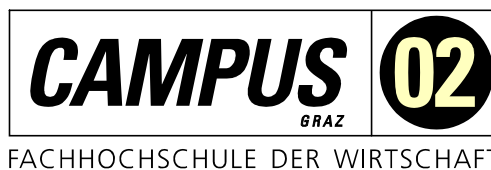


Masterarbeit

**PERSÖNLICHES SMARTES CONTROLLING ANHAND
EINER ZUSATZANZEIGE BEI BESTEHENDEN ZEIT-
UND ZUTRITTS-ERFASSUNGSSYSTEMEN**

ausgeführt am



Fachhochschul-Masterstudiengang
Automatisierungstechnik-Wirtschaft

von

Manuel Grossegger, BSc.

Personenkennzeichen: 1610322033

betreut und begutachtet von

Dipl.-Ing. Karl Hartinger

Graz, im Dezember 2017

.....
Unterschrift

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

.....
Unterschrift

DANKSAGUNG

Durch die enorme Unterstützung und Akzeptanz meiner Frau Mag. pharm. Marion Grossegger beim Bestreiten eines zweiten Bildungsweges, wurde die in dieser Form vorliegende Masterarbeit überhaupt erst ermöglicht. Mit Ihrer Hilfe konnten zahlreiche unterlassene Beistriche und einige Satzverfehlungen ausfindig gemacht und korrigiert werden. Ihre Korrekturlesungen wurden mit größter Geduld, Sorgfalt und einigem Zeitaufwand ausgeübt. Darum möchte ich ihr an dieser Stelle meinen größten Dank und Hochachtung aussprechen.

Ebenfalls möchte ich mich an dieser Stelle bei meinen firmenseitigen Vorgesetzten und Kollegen Herrn Dipl.-Ing. Walter Rieger für die zu Verfügung gestellten zeitlichen Ressourcen bedanken.

Abschließend noch einen Herzlichen Dank an meinen universitären Betreuer Herrn Reg.-Rat DI Karl Hartinger für die kompetente Begleitung hinsichtlich dieser Masterarbeit.

KURZFASSUNG

Moderne Zeiterfassungssysteme sind in Zeiten von höher werdenden Leistungsansprüchen in der Arbeitswelt für Unternehmen ein unumgängliches Muss zur Bereitstellung von transparenten und personenzugeordneten Informationen über die MitarbeiterInnen geworden. Mehrfach-Ausführungen durch verschiedene Systeme im Unternehmen und nicht personell relevant angezeigte Inhalte führen für jede firmenangehörige Person zu überhöhtem Zeitaufwand bei der Informationssuche bezüglich Projektstatus, Terminverzögerungen, diversen Restzeiten für Tätigkeiten oder Ähnliches. Ein bereits bei Arbeitsbeginn automatisiertes Bereitstellen von personenbezogenen Inhalten und wissenswerten Neuerungen erhöht die Eigenverantwortung und ermöglicht ein damit verbundenes eigenständiges Controlling durch die MitarbeiterInnen selbst. Die Erstellung eines Prototyps für die Umsetzung eines modernen Erfassungssystems mit zusätzlicher personalisierter Informationsgestaltung und die mögliche Anbindung an bestehende Systeme, stehen unter Berücksichtigung sämtlicher Aspekte hinsichtlich Datenschutz, Arbeitsrecht und Bereitstellung personenbezogener Daten in Zusammenhang mit der Betriebsgröße im Fokus dieser Arbeit. Neben der berührungslosen Identifikation anhand einer Gesichtserkennung wird die Verknüpfung von personenbezogenen Projektinformationen mit Arbeitszeitaufzeichnungen automatisiert, um eine Vereinfachung und Reduzierung der zuvor manuell getätigten Aufwände zu ermöglichen. Durch einen Testbetrieb des Prototyps ergeben sich wertvolle Daten zur Ermittlung des möglichen zeitlichen Einsparungspotenziales von im Unternehmen tätigen Personen und ermöglicht somit die wirtschaftliche Betrachtung des realisierten Systems.

ABSTRACT

Modern time registration systems have become indispensable for firms in times of growing performance demands to provide transparent and individual information for their employees.

Multiple implementations of different systems and data with low personal relevance for employees inevitably lead to more complicated and time-consuming processes when searching for information like status of projects, deadline extensions or remaining time for running activities.

The automatic offer of contents of personal necessity and innovations leads to higher personal responsibility and enables self-contained controlling

The construction of a prototype of a modern time registration system and its connection to current systems are focussed on, considering all aspects of data protection, industrial law and the use of personal data related to the size of the firm.

With the help of touchless identification, in this concrete example a facial recognition, personal project information and work time notes can be linked automatically. Furthermore, to enable the reduction and simplification of previously manually done work employee's time saving can be offered. By starting a test mode with the prototype valuable data concerning time saving the economic analysis of the realized system can be done.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Übersicht über das Masterarbeitsthema	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Problemstellung	2
1.3	Zielsetzung	3
2	Arbeitszeitmanagement in KMU's	4
2.1	Grundsätzliche Zeitmanagementvarianten	4
2.2	Flexible Arbeitszeitsysteme in personeller Eigenverantwortung	5
2.3	Zentral geplante und festgelegte Arbeitszeitsysteme	6
2.4	Zukünftige Trends für das Zeitmanagement	7
3	Arbeitszeiterfassung	8
3.1	Grundsätzliche Möglichkeiten	8
3.2	Einsatzbereiche und Abgrenzung	8
3.3	Kontaktlose Arbeitszeiterfassung mithilfe von elektromagnetischer Wellen	9
3.3.1	Radio Frequency Identification (RFID)	9
3.3.2	Near Field Communication (NFC)	11
3.4	Biometrische Erkennung	14
3.4.1	Grundlagen	14
3.4.2	Fingerabdruck Erkennung	16
3.4.3	Iriserkennung	17
3.4.4	Gesichtserkennung	19
4	Rechtliche Gesichtspunkte	22
4.1	Arbeitsrecht	22
4.2	Datenschutz	24
5	Projektmanagement und Controlling in KMU's	27
5.1	Projektmanagement Prinzip	27
5.2	Projektcontrolling	28
6	Systemauslegung	30
6.1	Unternehmensbezogene Voraussetzungen	30
6.2	Erforderliche Systemfunktionen	31
6.3	Generelle Systemübersicht	32
6.4	Festlegen der Hardware	34
6.4.1	Hauptkomponenten	35
6.4.2	Zusätzliche Sensorik und Hardware	39
7	Aufbau der Hardware	43
7.1	Aufbau und Design des Gehäuses	43
7.2	Einbau elektronischer Komponenten	46
8	Software und Programmierung	50
8.1	Softwarekomponenten	50
8.1.1	Betriebssystem	50

8.1.2	Zusätzliche Softwarepakete.....	51
8.2	Softwareinstallation.....	53
8.2.1	Installation Samba Server.....	53
8.2.2	Installation OpenCV.....	54
8.2.3	Installation der MagicMirror Grundsoftware.....	56
8.2.4	Installation der benötigten Zusatzmodule.....	57
8.3	Adaption und Parametrierung.....	59
8.3.1	Einbinden der zusätzlich installierten Module.....	59
8.3.2	Anlernen und Testen der Gesichtserkennung.....	61
8.3.3	Verwaltung der Module der erkannten Personen.....	64
8.4	Softwaremodul für die Zeiterfassung.....	66
8.4.1	Anforderungen an das Modul.....	66
8.4.2	Zeiterfassungsablauf.....	67
8.5	Aufbau der Visualisierung.....	68
9	Test des Systems.....	69
9.1	Inkludieren der Hardware im eigenen Unternehmen.....	69
9.2	Verbesserungspotenziale.....	70
10	Wirtschaftliche Betrachtung des Einsparpotenzials.....	72
10.1	Vorgehensweise und Abgrenzung.....	72
10.2	Aufzeigen und Auflisten der Tätigkeiten.....	73
10.2.1	Tätigkeiten mit dem bestehenden System.....	73
10.2.2	Tätigkeiten mit der zusätzlichen smarten Informationsanzeige.....	75
10.2.3	Allgemeine, durchzuführende Tätigkeiten.....	76
10.3	Ermittlung der aufgewendeten Zeiten.....	77
10.3.1	Dokumentieren der Zeiten ohne zusätzliche Anzeige.....	77
10.3.2	Dokumentieren der Zeiten mit zusätzlicher Informationsgestaltung.....	79
10.4	Ermittlung des Einsparpotenziales.....	80
10.5	Bewertung des erreichten Einsparungspotenzials.....	81
11	Ergebnisse und Ausblick.....	83
11.1	Zeiteinsparungsergebnis.....	83
11.2	Ausblick.....	83
11.3	Resümee.....	84
	Literaturverzeichnis.....	86
	Abbildungsverzeichnis.....	89
	Tabellenverzeichnis.....	91
	Anhang.....	92

1 ÜBERSICHT ÜBER DAS MASTERARBEITSTHEMA

1.1 Einleitung

Heutzutage ist es privat kaum mehr vorstellbar, eine lange Wartezeit für benötigte Informationen in Kauf zu nehmen. Mit den Computern und schlussendlich mit den Smartphones hat auch die bedingungslose Informationsgesellschaft in unserem täglichen Leben schnell an Bedeutung gewonnen. Global Player wie Google oder Facebook stellen sehr transparent und glaubhaft als gewissermaßen Technologieführer ihre Vorstellungen und Anforderungen an die moderne Arbeitswelt öffentlich im Internet für jedermann zur Schau.

Am Markt als Klein- bzw. mittelständiges Unternehmen Bestand zu haben wird mit aller Wahrscheinlichkeit nur gelingen, wenn auf ebensolche neuen Technologien in Bezug auf Informationsgestaltung und deren Bereitstellung gesetzt wird.

Bedingt durch die digitalen Medien steigt die Erwartungshaltung der MitarbeiterInnen eines Unternehmens, direkt am Arbeitsplatz oder zumindest in unmittelbarer Arbeitsumgebung genauso moderne, mehr oder weniger smarte Technologien einzusetzen. Durch den mittlerweile immerwährenden Informationsaustausch wächst auch der Druck an die ArbeitgeberInnen, Informationen transparent und nach Möglichkeit personell zugeordnet den MitarbeiterInnen zu Verfügung zu stellen.

Informationen weiterzugeben scheitert nicht unbedingt daran, dass keine Daten vorhanden sind. Ganz im Gegenteil, es werden laufend in jedem Unternehmen Unmengen von Daten erhoben und produziert. Diese Flut an gesammelten Daten, sei es projektbezogene oder Daten persönlicher Natur, zu archivieren und aufzubereiten, um sie anschließend als relevante und auf den Kern reduzierte Information darzustellen, benötigt enorme Ressourcen. Hier setzen oftmals IT gestützte Human Resources Systeme an und ermöglichen sehr breit gefächerte Einsatzszenarien. Jedoch kristallisiert sich immer wieder heraus, dass ein einziges System nie all die gewünschten Fähigkeiten und Aspekte der unterschiedlichsten Unternehmen aufgreifen und vereinen kann.

Um als kleines bzw. mittelständiges Unternehmen nun konkurrenzfähig zu bleiben, werden darum oft mehrere unterschiedliche Systeme zur Anwendung gebracht. Dadurch werden häufig Doppelgleisigkeiten geschaffen. Mit diesen mehrfach vorhandenen Daten geht auch sehr rasch die Übersichtlichkeit verloren. So werden die zuvor als nützlich und praktisch angesehenen Systeme oftmals als ungewollter und zusätzlicher Klotz am Bein betrachtet. Dabei könnte durch effektive Informationsgestaltung und Bereitstellung für die MitarbeiterInnen eines Unternehmens eine enorme Entlastung von Routinearbeiten erfolgen. Durch den Wegfall von – manchen meist mühseligen – Routinetätigkeiten kann auch ein gewisses Maß an Selbstcontrolling, sofern die richtigen Informationen bereitgestellt werden, erleichtert erfolgen.

Informationen den MitarbeiterInnen kompakt, bequem und schnell, unter Umständen auch projektbezogen oder personenbezogen zur Verfügung zu stellen, wird eine der wichtigsten Anforderungen an ein Unternehmen in den nächsten Jahren sein.

1.2 Problemstellung

In vielen kleinen und mittleren Unternehmen werden die unterschiedlichsten IT gestützten Erfassungssysteme vorrangig für die klassische Zeit- und Zutrittsfassung sowie zur Arbeitszeitabrechnung eingesetzt. Die Projektplanung mit ihrer sozusagen eigenen Zeiterfassung wird wiederum durch andere, computergestützte Systeme verwaltet. Ein Zusammenspiel dieser Systeme ist oft bereits schon aus Kostengründen nicht zu realisieren. Dies hat meist die Auswirkung, dass MitarbeiterInnen ebenso ein eigenes, zusätzliches Arbeitszeitmanagement betreiben. Nur so können die Arbeitszeitaufzeichnungen den Projekten und Tätigkeiten für eine sinnvolle und korrekte Verrechnung dem Kunden gegenüber zugeordnet werden. Auf der anderen Seite müssen die geleisteten Arbeitsstunden wiederum personell und nicht tätigkeits- oder projektbezogen für die MitarbeiterInnen zur Abrechnung aufgeschlüsselt werden. Dabei werden durch die verschiedenen im Einsatz befindlichen Systeme viele Maßnahmen und Aufzeichnungen mehrfach ausgeführt. Es werden separiert die Projektzeiten erfasst, Stempelzeiten gespeichert, diverse Excel-Listen für die Monatszeitabrechnung geführt, Zeiten und Termine in verschiedene Kalender eingetragen und noch vieles mehr. Diese Verwaltungstätigkeiten nehmen selbst einiges an Zeit in Anspruch. Den Überblick zu bewahren und aus all diesen Systemen die wichtigsten Eckpunkte bzw. Daten heraus zu filtern, ist ein enormer zeitlicher Aufwand, der gerne unter den Tisch gekehrt wird.

Unterschiedlichste wichtige Informationen, wie drohende Terminverzögerungen bei einem Projekt, ausstehende Besprechungen, noch zur Verfügung stehende Zeiten für diverse Tätigkeiten oder auch Informationen über erreichte Meilensteine sollten den MitarbeiterInnen bereits zu Arbeitsbeginn automatisch zur Verfügung gestellt werden. Die am Markt erhältlichen Zeit-Zutritts-Erfassungssysteme für Kleinst- und Kleinunternehmen ermöglichen die Zeiterfassung mittels Chip bzw. Karte oder Ähnlichem und oftmals auch eine zusätzliche Eingabe von Projektnummer und Tätigkeitskürzel. Sofern Informationen angezeigt werden, beziehen sie sich jedoch meist nur auf Mehrstundenanzahl und Soll-Ist-Vergleich der geleisteten Arbeitszeit, nicht jedoch auf die zuvor erwähnte Zusatzinformation für die MitarbeiterInnen.

Um diese erweiterte zusätzliche Orientierungshilfe für die MitarbeiterInnen einfach bereitzustellen, ist es von Nöten, genau diese Zutritts- und Zeiterfassungsdaten mit den Projektmanagementsystemen und anderen im Einsatz befindlichen Werkzeugen zu kombinieren. So könnten die benötigten Informationen schnell und effektiv personenbezogen aufgliedert und zur Verfügung gestellt werden.

1.3 Zielsetzung

Um eine Darstellung von personen- und projektbezogenen Zusatzdaten für FirmenmitarbeiterInnen zu realisieren, müssen einige Rahmenbedingungen geschaffen bzw. abgeklärt werden. Solch ein ergänzendes System zu den bestehenden Arbeitszeiterfassungen sollte durch die Anzeige von relevanten und komprimierten Informationen bereits bei Arbeitsbeginn eine Zeitersparnis von zumindest einem Arbeitstag pro Monat bewerkstelligen können.

Somit ist ein wichtiger Punkt die Ermittlung des Einsparungspotenziales, welches ein solches System aufweisen könnte. Vorrangig werden die aufgewendeten Zeiten für Routinetätigkeiten bei der Durchführung, Verwaltung und Kontrolle der Zeiterfassung bestimmt und aufgeschlüsselt. Unter diese Aufwände fallen z.B. separates Erfassen von Projektzeiten, in Erfahrung bringen von Restzeiten für bevorstehende Tätigkeiten und den Projektstatus bestimmen.

Ein weiterer Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Betriebsgröße und dem Zusammenhang mit dem Einsparungspotenzial durch ein solches Zusatzsystem. Hierbei gilt zu klären, ob und wie sich das Einsparungspotenzial mit der Betriebsgröße von Kleinst- und Kleinbetrieben bis hin zu mittelständischen Unternehmen (KMU's) mit einer MitarbeiterInnenanzahl von maximal 50 Personen ändert. Zu diesem Zweck werden die grundlegendsten Aspekte des Zeitmanagements betrachtet.

Durch eine berührungslose Identifikation soll die Verknüpfung von personenbezogenen Daten mit der Person möglich sein. Um dies zu bewerkstelligen, werden einige Möglichkeiten der biometrischen Erfassung erhoben. Durch die Auswahl eines passenden Identifikationsverfahrens kann dessen Umsetzung und Integration für einen Probetrieb erfolgen.

Auch die Möglichkeiten der Datenbankanbindung an diverse bestehende, parallel genutzte Systeme, sollen erarbeitet werden. Dabei müssen die Kommunikationsmöglichkeiten bzw. Schnittstellen zu den Systemen sowie die möglichen Softwareteile in Betracht gezogen werden.

Bei der Anbindung an bestehende Systeme und bei den unterschiedlichen Identifikationsmöglichkeiten spielt auch der Datenschutz im Unternehmen eine wichtige Rolle. Hebelt eine visuelle Darstellung von zusätzlichen Informationen den Datenschutz gegenüber Dritten aus und können vorbeugende Maßnahmen aus Sicht des Datenschutzes gesetzt werden, sind zwei essentielle Fragen, welche es in dieser Arbeit zu behandeln gilt.

Des Weiteren soll diese Arbeit durch das Festlegen, die Zusammenführung sowie die Programmierung von in Frage kommenden Komponenten eine zusätzliche smarte Informationsanzeige mit berührungsloser Identifikation ermöglichen. Der Schaffung von Interaktionsmöglichkeiten mit entsprechender Sensorik und dem Verbindungsaufbau zu bereits bestehenden Systemen wird dabei einiges an Zeit gewidmet. Schlussendlich soll der Auf- bzw. Zusammenbau eines Prototypen erfolgen. Um die Handhabungskriterien zu bestimmen, soll dieser Prototyp einem praxisnahen Umgebungs- und Bedienungstest unterzogen werden.

2 ARBEITSZEITMANAGEMENT IN KMU'S

2.1 Grundsätzliche Zeitmanagementvarianten

In Unternehmen kommen die unterschiedlichsten Zeitmanagementvarianten zum Einsatz. Dabei hängen diese Varianten sehr stark vom eigentlichen Typus und der Größe des Unternehmens ab. Ist ein Unternehmen eine reine produzierende Organisation, so wird eine zentral geplante und auf die Produktion abgestimmte Arbeitszeiteinteilung ihre Vorteile haben. Aber bereits hier ist zu erwähnen, dass in solchen Unternehmen mit Sicherheit intern Unterschiede in der Arbeitszeitregelung auftreten werden. Diese Unterschiede können sich von der Produktion über die Arbeitsvorbereitung bis hin zur Führungsetage bewegen. Insbesondere bei Führungsaufgaben und Leitung werden, im Gegensatz zu den zentral festgelegten Arbeitszeiten, flexibel gestaltete Zeitkontingente bevorzugt.

Abgesehen von EinzelunternehmerInnen und teilweise Kleinunternehmen ist es wirtschaftlich nicht sinnvoll und meist auch nicht möglich, eine einzige starre Arbeitszeitregelung einzuhalten und zu verfolgen. Um als kundenorientiertes Unternehmen am Markt Bestand zu haben, ist es auch nötig, ein im entsprechenden Rahmen flexibles Arbeitszeitmanagement umzusetzen.

Als simples Modewort wurde Work Life Balance zu Beginn des 21. Jahrhunderts in Europa abgetan. Mittlerweile ist es ein nicht mehr zu vernachlässigender Faktor in einem Unternehmen, um als attraktiver Arbeitgeber oder attraktive Arbeitgeberin und dadurch auch als wettbewerbsfähig zu gelten. Um die Motivation der MitarbeiterInnen zu fördern und zu erhalten, muss eine gute Work Life Balance ermöglicht werden. Diese kann nur erfolgen, wenn ein gut funktionierendes und ausgewogenes Arbeitszeitmanagement im Unternehmen vorhanden, genutzt und somit etabliert ist.

Es können grundsätzlich nach dem Arbeitstyp die folgenden zwei Hauptgruppen im Arbeitszeitmanagement unterschieden werden:¹

- Wird sehr kurzfristig auf unterschiedlichste Anforderungen reagiert und müssen Tätigkeiten nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgeführt werden, sind Arbeitszeitmodelle mit personeller Eigenverantwortung heutzutage gefragt. Durch einen eigenverantwortlichen flexiblen Rahmen bei der Arbeitszeit können MitarbeiterInnen ihre persönlichen Belange besser mit der Arbeit und auch umgekehrt die Arbeit mit ihren Bedürfnissen koordinieren. In diesem Zusammenhang wird von einem flexiblen Arbeitszeitsystem mit personeller Eigenverantwortung gesprochen.
- Muss die zu erledigende Arbeit in einem definierten Zeitraum ausgeübt werden, meist hervorgerufen durch Produktionszyklen oder Maschinenzeiten, also ohne einen Spielraum für Zeitverschiebungen, so ist eine entsprechende zentrale Disposition der Arbeitszeiten unausweichlich. Dies hat jedoch nicht zu bedeuten, dass die Bedürfnisse der MitarbeiterInnen hinsichtlich Freizeitinteressen und der zu leistenden Arbeitszeit untergraben werden dürfen. Hierbei spricht man von zentral abgestimmten und zugewiesenen Arbeitszeitmodellen.

¹ Vgl. Hoff (2015), S. 1 f.

2.2 Flexible Arbeitszeitsysteme in personeller Eigenverantwortung

Bei den Arbeitszeitmodellen mit personeller Eigenverantwortung handelt es sich im Wesentlichen um eine Gestaltung der zu leistenden Arbeitszeit in größtmöglichem Einklang mit den Interessen von MitarbeiterInnen. Im Hintergrund dieser Zeitmodelle steht für Unternehmen klar das Ziel einer motivierten und belastbaren Belegschaft. Die Eigenverantwortung und somit der motivierende Aspekt liegt darin, dass nicht mehr nur die Führungsetage die Koordination des Arbeitszeitmanagements übernimmt, sondern die einzelnen MitarbeiterInnen diese auch individuell regeln können. Das Arbeitszeitsystem wird dabei von der Unternehmensleitung lediglich als strukturelle Rahmenbedingung vorgegeben.²

In Eigenverantwortung stehende Arbeitszeitsysteme können grundlegend in die folgend aufgeführten fünf Modelle kategorisiert werden:³

- **Flexible Standardarbeitszeit**
Bei der Standardarbeitszeit werden die vertraglich starr festgelegten Arbeitszeiten abgeleistet. Um einen gewissen Grad an Flexibilität bei erforderlichen Abweichungen zu ermöglichen, werden oft informelle Regelungen getroffen, die keinerlei Zeitkonten bedürfen.
- **Gleitzeit**
Dieses Arbeitszeitsystem gibt eine sogenannte Kernanwesenheit vor. Der Beginn oder das Arbeitsende kann in einem gewissen, ebenfalls vorgegebenen Zeitrahmen frei gewählt werden. Um die Summe der Arbeitszeit einzuhalten, wird ein Arbeitszeitkonto oftmals kombiniert mit diversen Stempelsystemen geführt.
- **Flexible oder variable Arbeitszeit**
Im Gegensatz zur Gleitzeit entfällt in diesem Arbeitszeitmodell auch die Kernzeit. Anstelle dieser wird eine Servicezeit definiert. Innerhalb der Servicezeit sind die MitarbeiterInnen verpflichtet, sofort fällige Leistungen auszuführen.
- **Vertrauensarbeitszeit**
Um den Aufwand der Zeiterfassung zu reduzieren, wird bei der Vertrauensarbeitszeit auch komplett auf die Zeitaufzeichnungen verzichtet. Dies bedingt wiederum einige Anreize wie Überstundenpauschale und andere Vergütungen. Oftmals sinnvoll zum Einsatz kommt dieses System bei AußendienstmitarbeiterInnen, wo eine Führung eines Arbeitszeitkontos enormen Aufwand bedeutet und die Überwachung der Arbeitszeit sehr schwierig ist.
- **Arbeitszeitfreiheit**
Eine äußerliche Ähnlichkeit zum Vertrauensarbeitszeitsystem ist durchaus gegeben, wobei jedoch Ergebnisse und vereinbarte Leistungen zu einem Endtermin als Kennzahlen herangezogen werden. Dabei spielt der erforderliche zeitliche Aufwand nur in der ersten Abschätzung für die festgelegte Zielvereinbarung eine Rolle. Wann gearbeitet wird und mit wieviel Arbeitszeit schlussendlich das Ergebnis zustande kommt, ist nicht relevant.

² Vgl. Dingler (1997), S. 4 ff.

³ Vgl. Hoff (2015), S. 5 ff.

2.3 Zentral geplante und festgelegte Arbeitszeitsysteme

Wie bereits in Abschnitt 1 kurz angeschnitten, ist bei dieser Art des Zeitmanagements auch ein gewisser Aspekt der Flexibilisierung gegeben. So muss das Unternehmen bei Arbeitsverhinderung einer beschäftigten Person, durch Krankheit oder anderwärtige Umstände, flexibel genug agieren können um eine Kompensation zu bewerkstelligen. Auf der anderen Seite müssen diverse Wünsche und Bedürfnisse der Bediensteten, wie Urlaub oder Anspruch auf Zeitausgleich, in solchen Systemen adäquat behandelt und mit einkalkuliert werden.

Die Literatur beschreibt vier grundlegende Modelle für diese disponierten Arbeitszeitsysteme:⁴

- **Schichtsystem**
Sehr weit verbreitet sind Schichtsysteme speziell bei Produktionsstätten mit stabilen Auslastungen auf einen längeren Zeitraum gesehen. Hierbei werden sogenannte Schichtteams gebildet, die einem geplanten Schichtarbeitsplan unterliegen und so ihre zu leistenden Arbeitszeiten abgeben. In der Regel wiederholt sich der Schichtplan in regelmäßigen Zyklen.
- **Zeitdienstpläne**
Diese Arbeitszeitsysteme, meist in der Zeitspanne von vier bis sechs Wochen, sind sehr verbreitet bei komplexen, jedoch einigermaßen stabilen und gleichbleibenden Besetzungsanforderungen wie in Pflegeanstalten oder Krankenhäusern. Für die dafür erforderliche längerfristige Disposition der Arbeitszeiten müssen individuelle und persönliche Bedürfnisse entsprechend der Zeitabstände des Dienstplanes bereits bekannt gegeben werden.
- **Einsatzplanung**
Sind die Anforderungen an Arbeitszeiten bzw. die Besetzungsanforderungen sehr komplex und dazu sehr schwankend, sodass keine Schichtmodelle oder längerfristige Dienstpläne als sinnvoll erachtet werden, wird auf eine kurzfristige Einsatzplanung zurückgegriffen. Meist wird auf eine Wochenplanung unter gewissen Vorbehalten zurückgegriffen. Als Beispiel kann hier ein Apothekenbetrieb genannt werden, der aufgrund der Ärztebesetzung oder aufgrund von verschiedenen Krankheitswellen enormen Zulaufschwankungen unterliegt. Um solchen kurzfristigen Schwankungen vorzubeugen, ist ein gewisser Erfahrungswert bei der zentralen Planung von Nöten.
- **Mischformen**
Bei Auslastungsplanungen für das nächste Kalenderjahr oder längerfristige Produktionsplanungen in einem Zeitraum von zumindest einem halben Jahr wird eine Langzeitplanung herangezogen. Diese Planung dient als Grundlage für die übrigen zu disponierenden Szenarien. Somit können kurzfristige Anpassungen an diverse Bedürfnisse der MitarbeiterInnen oder Anforderungen des Marktes jederzeit durch Schichtpläne oder entsprechender Gestaltung der Dienst- und Einsatzpläne erfolgen.

⁴ Vgl. Hoff (2015), S. 15 ff.

2.4 Zukünftige Trends für das Zeitmanagement

Die vorherigen beiden Abschnitte haben Arbeitszeitmodelle aufgezeigt, die in vielen europäischen Ländern in verschiedensten Ausprägungen angewendet werden. Ein einheitlicher Trend für die Zukunft ist aus jetzigen Perspektiven unmöglich vorherzusagen. Die Arbeitszeitgestaltung unterliegt sehr stark dem wirtschaftlichen Bestreben vieler Großkonzerne und der allgemeinen internationalen und nationalen politischen Haltung.

Eine Thematik ist jedoch durchaus seit längerem bereits für zukünftige Arbeitszeitmodelle auszumachen. Es rückt immer mehr die Eigenverantwortung in den Vordergrund. Dabei ist es wichtig, durch die Entscheidungsbefähigung der MitarbeiterInnen eine individuelle Basis der Arbeitszeit bereitzustellen, um eine motivierte Interessensvertretung des Unternehmens mit entsprechender positiver Bilanz zu generieren⁵. Zwar gibt es branchenbezogene und unternehmensbezogene Unterschiede bei der möglichen Intensität der Eigenverantwortung im Betrieb, aber eine zukunftsorientierte Wirtschaft wird sich diesem Thema verstärkt widmen.

Das reine Arbeitszeitmanagement wird schon allein aus praktikablen Gründen immer mehr mit dem Projektzeitmanagement und dem Personalmanagement verschmelzen. So werden herkömmliche Arbeitszeiterfassungen zu flexibleren allgemeinen Zeitverwaltungen und Informationssystemen ausgebaut. Dadurch werden individuelle Eigenverantwortung beim Arbeitszeitmanagement mit persönlichem Controlling und Projektmanagement vermehrt in flach gehaltenen Unternehmensstrukturen verschmelzen. Für zukünftige Arbeitszeitsysteme werden zum einen die Ziele des Unternehmens und zum anderen immer mehr die Anforderungen der Belegschaft in Erwägung gezogen werden.⁶ Diese grundlegend zu betrachtenden Punkte sind in Abbildung 1 dargestellt.

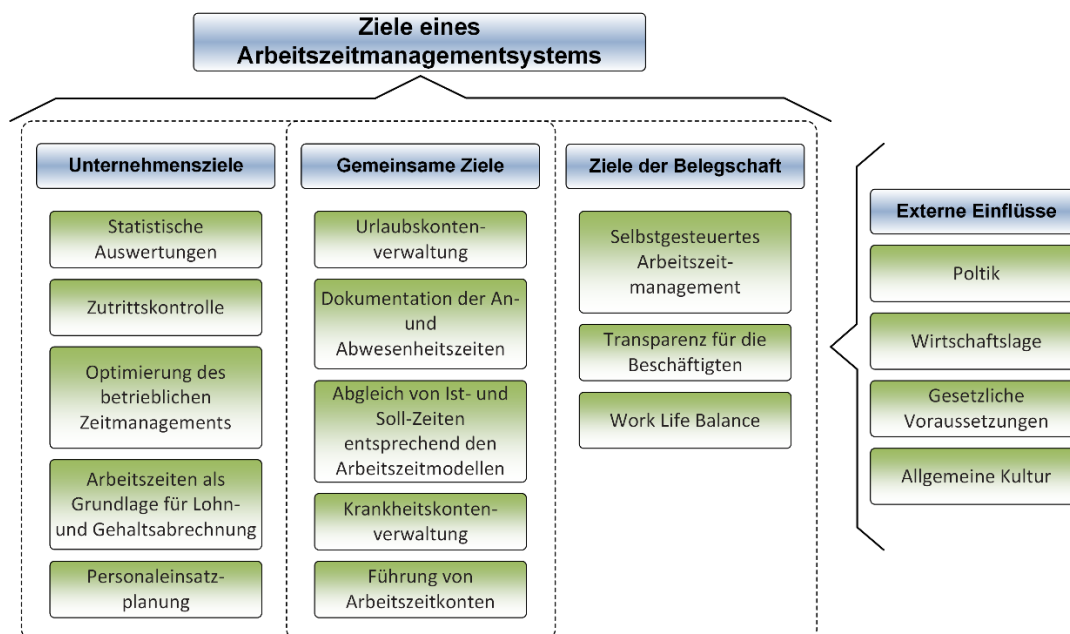


Abb. 1: Ziele eines Arbeitszeitmanagementsystems, Quelle: Eigene Darstellung.

⁵ Vgl. Dingler (1997), S. 5.

⁶ Vgl. Hoff (2015), S. 47 f.

3 ARBEITSZEITERFASSUNG

3.1 Grundsätzliche Möglichkeiten

Zum derzeitigen Zeitpunkt gibt es Unmengen an Möglichkeiten, personen-, zeit- und ortsbezogene Erfassungsmethoden zu realisieren. Viele Anbieter versuchen Marktanteile zu generieren und bieten ihre Lösungsansätze im Zusammenhang mit Lizenzkosten und bestimmter Technik an. Die angepriesenen Lösungen für die Arbeitszeiterfassung reichen von manuell getätigten Aufzeichnungen über elektronische Zeit-Stempelsysteme bis hin zur Erfassung der Arbeitszeiten in Verbindung mit den Ortsangaben über diverse Apps am Handy.

Diese am Markt erhältlichen Systeme können auch eine Integration von Zutrittsberechtigungen für ein Firmengelände oder für einzelne Bereiche eines Unternehmens als Schlüsselssystem realisieren. Solche Kombinationen von Erfassungstechniken werden aufgrund ihrer Auswertemöglichkeiten immer wieder, ob nun zu Recht oder nicht, als totale Überwachung angesehen. Unternehmen bewegen sich oftmals durch die verwendeten technischen Lösungen für Zutrittssysteme, Zeiterfassungen und Projektcontrolling Maßnahmen nahe an der Grenze der rechtlichen Legalität.

Die nachfolgenden Abschnitte in diesem Kapitel befassen sich mit einigen technischen Erfassungsmöglichkeiten, sowie mit dem Thema der grundlegenden rechtlichen Gesichtspunkte.

3.2 Einsatzbereiche und Abgrenzung

In dieser Arbeit werden vorrangig die Erfassungsmethoden hinsichtlich der Arbeitszeit betrachtet. Die Arbeitszeit ist laut § 2 des Arbeitszeitgesetzes (AZG) in Österreich als jene Zeit von Arbeitsbeginn bis Arbeitsende unabhängig von Tätigkeiten und ohne Ruhezeiten definiert.⁷ Eine weiterführende Zeiterfassung mit ortsbezogenen Daten und den zusätzlichen Auswertemöglichkeiten ist nicht in Betracht zu ziehen. Um die aufgeführten technischen Möglichkeiten gesetzeskonform einzusetzen, erfordert die Arbeitszeiterfassung mit gleichzeitiger Erteilung von Zutrittsberechtigungen eine Betrachtung der gesetzlichen Bestimmungen. Diese rechtlichen Gesichtspunkte werden separiert in Kapitel 4 betrachtet.

Da eine projektbezogene Erfassung von Tätigkeiten in einem Unternehmen immer mit den angewandten Zeit- und Projektmanagement-Applikationen verknüpft werden muss, wurde bzw. wird auf das Thema Arbeitszeit und tätigkeitsbezogene Zeiterfassung im Kapitel 2 Arbeitszeitmanagement in KMU's und Kapitel 5 Einsatz von Projektmanagement in KMU's näher eingegangen.

Bei den aufgeführten technischen Möglichkeiten werden die Einsatzbereiche hinsichtlich einer möglichen Anwendung als Identifikation und Arbeitszeiterfassungsterminal betrachtet. Industrielle Anwendungen wie Produktkennzeichnungen zur Nachverfolgung, Taktzeiterfassung oder behördliche Anwendung der biometrischen Erkennung sind weitere Einsatzgebiete, die aufgrund ihrer Komplexität in dieser Arbeit nicht näher behandelt werden.

⁷ Vgl. Rechtsvorschrift für Arbeitszeitgesetz (2017), Online-Quelle [20.07.2017].

3.3 Kontaktlose Arbeitszeiterfassung mithilfe von elektromagnetischer Wellen

In diesem Abschnitt werden die beiden Technologien Radio Frequency Identification (RFID) und Near Field Communication (NFC) kurz umrissen. Hinsichtlich dieser beiden Technologien gibt es mittlerweile unzählige im Internet verfügbare Dokumente, die fast schon ein grenzenlos erscheinendes Einsatzgebiet genauestens erläutern. Ähnlich ist es mit den technischen Grundlagen. Hier sind durch den ausgelösten Hype bei Handy Applikationen für NFC eine große Menge an sehr gut verständlichen und detailreichen Büchern am freien Markt erhältlich. Da diese Technologien jedoch auch im Bereich der Zutrittskontrollen sehr verbreitet und etabliert sind, werden nachfolgend wesentliche Eigenschaften dieser Technologien dargestellt.

3.3.1 Radio Frequency Identification (RFID)

Wie schon im Namen angedeutet, nutzt RFID Radiowellen für die Kommunikation. Ein RFID-System beinhaltet ein Lese-Schreibgerät mit weiteren Schnittstellen zu anderen Systemen sowie einen Transponder. Dabei dient der Transponder zur Kennzeichnung oder Identifikation eines Objektes, eines Tieres oder eines Menschen. Zwischen dem Transponder und dem Lesegerät werden durch das Codieren und anschließende Decodieren von Radiowellen kontaktlos Daten auf Abruf ausgetauscht. Der Grundaufbau beider Teile, Transponder und Lese-Schreibgerät ist ident. Beide beinhalten einen Mikrochip und eine Antenne zum Senden und Empfangen. Je nach Frequenzbereich werden die Antennen als Spulen, Dipole oder Ferritstäbe ausgeführt. Beim Lese-Schreibgerät kommt noch eine Spannungsversorgung und eine Schnittstelle zu einem Computer oder einer Auswerteeinheit als Bestandteil hinzu.⁸

Die Übersicht, dargestellt in der nachfolgenden Abbildung 2, zeigt die einzelnen grundlegenden Komponenten eines RFID Systems.

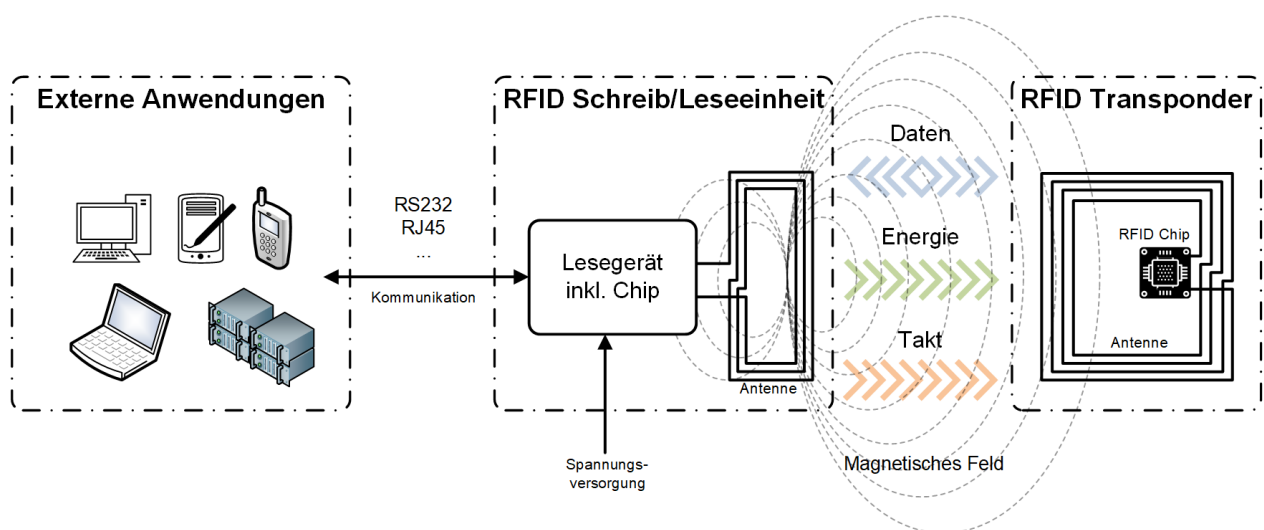


Abb. 2: Übersicht RFID Systemkomponenten, Quelle: In Anlehnung an Kern (2006), S. 34.

⁸ Vgl. Kern (2006), S. 33 f.

Einer der wichtigsten Aspekte im Zusammenhang mit RFID ist die Stromversorgung der Transponder. Da simple Transponder, die lediglich einen Mikrochip und die Antenne aufweisen, einen eher geringen Energiebedarf haben, können diese sogenannten passiven Transponder die benötigte Energie direkt über die ausgestrahlten Radiowellen der Schreib-Leseinheit anhand des Trafoprinzips gewinnen. Bei aktiven Transpondern hingegen dient eine inkludierte Batterie zur Spannungsversorgung. Diese Transpondertypen haben meist zusätzliche elektronische Komponenten wie z.B. Temperaturfühler integriert. Um nun eine gleichbleibende oder erhöhte Erfassungsreichweite zu ermöglichen, wird eine zusätzliche Spannungsversorgung durch diese Batterie zu Verfügung gestellt. Einige Transponder sind Hybride, das bedeutet sie beziehen die benötigte Energie aus einem Akkumulator. Dieser wird bei naher Distanz zu einem Schreib-Lesegerät auch anhand des induktiven Prinzips aufgeladen.⁹

RFID Systeme für Zutrittsberechtigungen sowie für automatische Zeiterfassungen bei Arbeitsbeginn und Arbeitsende sind sehr verbreitet. Ein Lesegerät für einen Transponder kann sehr platzsparend und nahezu überall an Gebäudeteilen wie Türen, Wänden usw. angebracht werden.

Diese Zutritt-Kontrollsysteme werden grundsätzlich in zwei unterschiedliche Möglichkeiten eingeteilt:¹⁰

- **Online Systeme**
Speziell bei hochfrequentierten Eingangsbereichen oder aktiven Zeiterfassungen werden diese Systeme direkt an einen Computer, meist ein Serversystem mit entsprechenden Datenbanken, gekoppelt. Der Vorteil besteht darin, dass zentral Zutrittsberechtigungen vergeben werden können, ohne dass der Transponder selbst benötigt wird oder abgeändert werden muss. Dies erfolgt durch Updates der Berechtigungslisten und dessen automatischem Abgleich mit den Listen auf den Lesegeräten. Auch ein rasches und zentrales Auslesen der erfassten Registrierzeiten ist mit dieser Variante ohne große Umstände möglich.
- **Offline Systeme**
Dabei sind die Leseinheiten als reine batteriebetriebene oder zumindest nur mit einer Spannungsversorgung betriebene Stand-Alone-Systeme konzipiert. Somit haben sie keinerlei direkte Verbindung zueinander oder zu einem zentralen Computer. Für die Berechtigung werden die Informationen, wo und wann Zutritt erteilt wird, direkt als Daten am Transponder gespeichert. Somit vergleicht das entkoppelte Leseterminal die Daten mit der eigenen, gespeicherten Liste und erteilt oder verweigert die Berechtigungen. Diese Variante wird oft bei Hotel-Anlagen eingesetzt. So können die Zutrittsberechtigungen für ein Zimmer genau dem geplanten Aufenthalt angepasst werden. Nach Ablauf der geplanten Aufenthaltsdauer wird die erteilte Zutrittsberechtigung automatisch ungültig. Auch Zeitfenster für z.B. den Zutritt ins Zimmer für das Reinigungspersonal können so leicht erteilt werden. Ein Verlust des Transponders ist durch die Zeitangabe kein besonderes Problem. Durch ein eigenes Programmiergerät können auch die vorhandenen Berechtigungslisten an den Leseterminals bei Bedarf umgeschrieben werden.

⁹ Vgl. Kern (2006), S. 47.

¹⁰ Vgl. Finkenzeller (2012), S. 575 ff.

Als Anhaltspunkte und zum Überblick stellt die unten aufgeführte Tabelle 1 die Frequenzen der RFID Systeme und deren Vor- und Nachteile sowie mögliche Anwendungsgebiete und weitere relevante Eigenschaften dar.

Technik	Low Frequency (LF)	High Frequency (HF)	Ultra High Frequency (UHF)	Super Ultra High Frequency (S-UHF)
Standards	ISO 18000-2 ISO 11784 ISO 14223 weltweit harmonisiert	ISO 18000-3 ISO 14443 ISO 15693 weltweit harmonisiert	ISO 18000-6 ISO 14443 ISO 15693 nicht weltweit harmonisiert	ISO 18000-4 nicht weltweit harmonisiert
Betriebsfrequenzen	125/134kHz	13,56MHz	863-956MHz	2,45/5,6GHz
Antennen	Windungsaufbau	Windungsaufbau	Dipol	Dipol
Übertragungsprinzip	induktive Kopplung	induktive Kopplung	elektromagnetische Wellen	elektromagnetische Wellen
Energie	passiv	passiv	passiv/aktiv	semi-passiv/aktiv
Reichweite	bis 1m	Nahbereich bis 10cm Fernbereich bis 1,5m	Nahbereich bis 10cm Fernbereich bis 15m	bis 80m (aktiv)
Leserichtung	kreisförmig	abhängig von der Antenne	passiv: abhängig von der Antenne aktiv: gerichtet	gerichtet
Lese-geschwindigkeit	langsam	abhängig vom angewendeten Standard	schnell	sehr schnell
Eignung für Metall	schlechte Eignung aufgrund von Reflexionen	schlechte Eignung aufgrund von Reflexionen	passiv: beschränkte Eignung aktiv: kein Einfluss	kein Einfluss
Eignung für Wasser bzw. Feuchtigkeit	kein Einfluss	kein Einfluss	schlechte Eignung aufgrund von Reflexionen und Dämpfung	schlechte Eignung aufgrund von Reflexionen und Dämpfung
Anwendungen	Tiererkennung, KFZ Wegfahrsperrern	Zutrittskontrollen, NFC, Bibliotheken, Produktkennungen	Logistik, Container ID Palletten ID Smart Labels an Waren im Einzelhandel	Mautsysteme
Besonderheiten	nicht Pulk fähig	Einsatz für NFC Anwendungen wie Ticketverkauf usw.	Auslesen von bewegten Transpondern bis zu 30km/h	keine reinen passiven Transponder

Tab. 1: Überblick der RFID Technik, Quelle: In Anlehnung an Kern (2006), S. 37 – 48.

3.3.2 Near Field Communication (NFC)

Die Entwicklung von NFC wurde 2002 von den Unternehmen NXP Semiconductors und Sony gestartet. Ziel dieser Entwicklung ist die bestehende RFID Übertragungstechnologie im Frequenzband 13,56 MHz für eine beschränkte Arbeitsdistanz von rund 10cm zu erweitern. Durch die Möglichkeit von NFC, die gleichen Hardwarekonfigurationen bei der Datenübertragung einzusetzen, entfällt der Zwang einer Zusammenstellung von klassischen Schreib-Lesegeräten und den entsprechenden Transpondern. Gleichzeitig nutzt NFC größtenteils die bereits existierenden RFID Standards, um rückwärtige Kompatibilität zu gewährleisten. NFC ermöglicht dadurch, bestehende Transponder auszulesen und bei Bedarf mit der gleichen Hardware einen Transponder zu simulieren.¹¹

¹¹ Vgl. Langer/Roland (2010), S. 86 ff.

Aufgrund des Vorteils, dass gleiche Hardware für Lese- und Schreibzugriffe, Kartensimulation und direkte Kommunikation angewendet werden kann, wächst der Anwendungsbereich speziell in der Smartphone Branche für die NFC Technik rasant.

Grundlegend wird die NFC Technik in drei Betriebsarten unterteilt:¹²

- Peer-to-Peer-Modus
Bei diesem Modus handelt es sich um eine direkte Kommunikation zwischen zwei NFC Geräten. Dabei werden für den Datenaustausch eigene NFC Protokolle verwendet. Zusätzlich wird dieser Modus noch weiter unterschieden in einen aktiven und einen passiven Peer-to-Peer Modus. Beim passiven Modus erzeugt lediglich ein Gerät das Trägersignal und das zweite Gerät kommuniziert nur per Lastmodulation ähnlich der herkömmlichen RFID Kommunikation. Dieser Modus ist für das signalerzeugende Gerät sehr energieintensiv. Ein großer Unterschied zu RFID besteht beim aktiven Modus. Hier erzeugen beide Geräte das Kommunikationssignal, wodurch auch der Energieaufwand auf beide kommunizierenden Geräte aufgeteilt wird.
- Reader/Writer-Modus
Hierbei wird ein NFC Gerät wie ein RFID Lese-Schreibterminal eingesetzt. Dadurch wird es ermöglicht, RFID bzw. NFC Tags auszulesen und gegebenenfalls zu beschreiben. Zu den bestehenden RFID Smartcard Strukturen sind die NFC Geräte in diesem Modus weitestgehend rückwärtskompatibel.
- Card-Emulation-Modus
Dieser Modus dient dazu, eine wirkliche Kompatibilität zu bestehenden Systemen zu ermöglichen. Ein NFC Gerät simuliert dabei einen RFID Transponder. So ist es nicht nur möglich, einen aktiven Transponder durch eine Software zu simulieren, sondern das NFC Gerät kann auch im ausgeschalteten Zustand einen passiven Transponder, simultan zu einem RFID Transponder, darstellen.

Die Abbildung 3 zeigt mögliche Betriebsarten mit einigen Anwendungen von NFC im Zusammenspiel mit einem Smartphone.

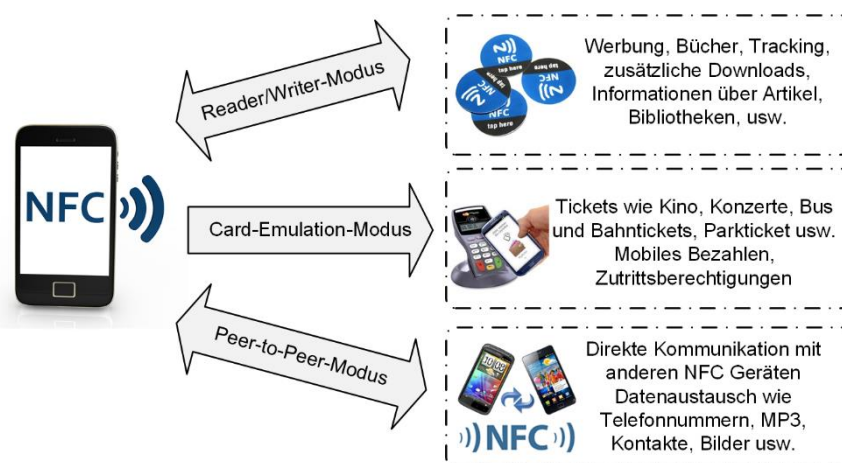


Abb. 3: NFC Betriebsarten und Anwendungen, Quelle: In Anlehnung an Finkenzeller (2012), S. 566.

¹² Vgl. Langer/Roland (2010), S. 90 ff.

Im Grunde können durch die NFC Technik elektronische Geräte mit einer flexiblen und verhältnismäßig günstigen RFID Schnittstelle ausgerüstet werden. Die Einsatzgebiete im mobilen Bereich sind vielfältig und werden definitiv vom Handy Boom der heutigen Zeit diktiert. Es gibt viele Ansätze, NFC-fähige Handys als Leseeinheit oder Ticket für Konzerte usw. zu verwenden.

Diese Ansätze und Anwendungen der NFC Technik werden wie folgt unterteilt:¹³

- **Touch & Go**
Hier kommt der Card-Emulation-Modus zum Einsatz. Es wird ein Transponder, also eine einfache Smartcard, simuliert und an ein Lesegerät gehalten. Dieser Einsatz der NFC-Technik erfolgt meist bei Ticketsystemen, Zutrittssystemen oder auch bei Skipässen.
- **Touch & Confirm**
Ähnlich wie beim Touch & Go wird mittels des Card-Emulation-Modus Transponder simuliert. Hier muss mittels einer Bestätigung am Leseterminal noch zusätzlich eine Aktion getätigt werden. Diese Anwendung ist durch die Möglichkeit der zusätzlichen Eingabe eines Pins-Codes bei mobilen Payment Diensten in Verwendung.
- **Touch & Capture**
Hier fungiert das NFC Gerät im Reader/Writer-Modus. Dabei wird ein Smarttag ausgelesen und eine weiterführende Information zu Verfügung gestellt. Als Beispiel einer solchen Anwendung kann ein Werbeposter mit einem NFC Tag gesehen werden. Hier kann eine Telefonnummer oder eine Webadresse usw. als Zusatz abgerufen werden.
- **Touch & Link**
Als Erweiterung von Touch & Capture fordert diese Variante eine bestehende Internetverbindung des auslesenden Gerätes. Hierbei werden entweder weite Informationen von einem Server geladen, oder es können auch bei Werbungen bestimmte Artikel direkt in einen Online-Warenkorb übernommen werden, um diese später zu kaufen.
- **Touch & Connect**
Bei dieser Anwendung können NFC Geräte direkt kommunizieren und Daten austauschen. Dies kann direkt mit dem Peer-to-Peer-Modus erfolgen, oder es wird ein Transponder ausgelesen, welcher Einstellungen und Kennungen einer Bluetooth Verbindung enthält, die dadurch automatisch aufgebaut wird. Anwendungen sind mobile Audio Boxen für Handys, Austausch von Telefonnummern, Austausch von diversen Medieninhalten usw.
- **Touch & Explore**
Diese Anwendung kombiniert einige zuvor genannte Anwendungen, um weiterführend nach Auslesen eines Tags oder Berühren eines NFC Gerätes Informationen zu erhalten und vieles selbst erkunden zu können.

¹³ Vgl. Finkenzeller (2012), S. 564 f.

3.4 Biometrische Erkennung

Im Wesentlichen werden bei biometrischer Erkennung definierte, eindeutige Merkmale verglichen. Ein solches Mustererkennungssystem erfasst von Individuen ausgewählte biometrische Merkmale und vergleicht sie mit einem in einer Datenbank hinterlegten Vergleichsmuster.¹⁴ Aufgrund dieses Vergleichsergebnisses können entsprechende Aktionen, wie das Genehmigen eines Zutritts in ein Unternehmen oder anderwärtige Berechtigungen, ausgeführt werden.

Mit Hilfe der biometrischen Identifikation können personenbezogene Daten direkt und unverwechselbar einem Individuum zugeordnet werden. Dadurch entstehen erweiterte personengebundene und einmalige Datensätze.¹⁵

3.4.1 Grundlagen

Die biometrische Erkennung wird grundlegend in drei Stufen unterteilt. Als erste Stufe ist die generelle Merkmalauswahl anzusehen. Hierbei erfolgt eine Festlegung der Charakteristika, anhand derer eine Identifikation durchgeführt werden soll. Die zweite Stufe bei der biometrischen Erkennung ist die eigentliche Messung von Merkmalen. Dabei werden jegliche Besonderheiten automatisch erfasst. Als letzte Stufe erfolgt die Individualisierung der Merkmale. Die Individualisierung ist der Vergleich der vorgegebenen Identifikatoren mit den gemessenen Eigentümlichkeiten. So wird die Gesamtmenge der automatisch erfassten Daten auf die zuvor bestimmten Charakteristika und dadurch auf eine dezidierte Teilmenge reduziert. Kann eine solche Reduktion nicht erfolgen, ist die Identifizierung fehlgeschlagen und eine Verifizierung kann nicht mehr stattfinden.¹⁶

Die nachfolgende Abbildung zeigt schematisch die dreifache Unterteilung der Biometrischen Erfassung.

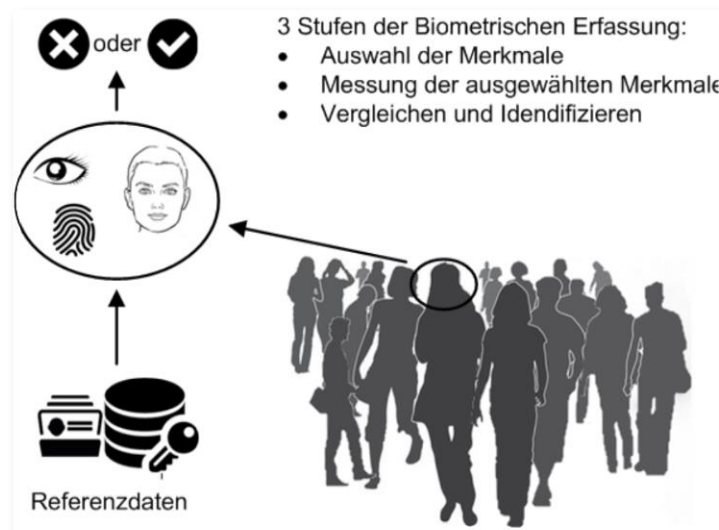


Abb. 4: Schema der biometrischen Erfassung, Quelle: In Anlehnung an Behrens/Roth (2001), S. 11.

¹⁴ Vgl. Ross/Nandakumar/Jain (2006), S. 5.

¹⁵ Vgl. Rudkowski/Schreiber (2015), S. 61.

¹⁶ Vgl. Behrens/Roth (2001), S. 10 f.

Bei der Auswahl von biometrischen Merkmalen gilt es, zumindest vier Kriterien weitgehendst zu erfüllen. Durch die nachfolgend aufgeführten Eignungsanforderungen kann eine bestmögliche Merkmalauswahl für eine eindeutige biometrische Identifikation getroffen und sichergestellt werden.

Eignungskriterien für die biometrische Erfassung:¹⁷

- **Universalität**
Unter Universalität ist gemeint, dass diese Merkmale auch bei jedem zu erfassenden Individuum vorhanden sind.
- **Einzigartigkeit**
Hierbei müssen die gewählten Merkmale bei einzelnen Individuen auch entsprechend unterschiedlich sein.
- **Permanenz**
Es gilt darauf zu achten, dass die in Betracht gezogenen Merkmale auf längere Zeit nicht oder zumindest nur geringfügig veränderlich sind.
- **Erfassbarkeit**
Die technische Möglichkeit, ausgewählte Merkmale qualitativ und zu einem gewissen Grad auch quantitativ zu erfassen, muss gegeben sein.

Der letzte aufgeführte Aspekt beeinflusst direkt das Verfahren zur Erfassung der biometrischen Merkmale. Eine reine technische Möglichkeit ist unter Umständen nicht ausreichend, um eine geforderte Identifikation sicherzustellen.

Zusätzlich werden an die Erfassungssysteme folgende Anforderungen gestellt:¹⁸

- **Ökonomische Machbarkeit**
Die Kosten für das Erfassen von biometrischen Merkmalen im Zusammenhang mit den gewünschten Sicherheitsanforderungen müssen angemessen sein. Die Frage der Sinnhaftigkeit bei keinem oder nur geringem Sicherheitslevel sollte ebenso betrachtet werden.
- **Überlistungsresistenz**
Tätigkeiten, die eine Überlistung des Systems ermöglichen, müssen im Vorhinein weitestgehend ausgeschlossen werden. Zumindest die Wahrscheinlichkeit und der zeitliche Aufwand für die Überwindung müssen eruiert und berücksichtigt werden.
- **Akzeptanz**
Die Bereitschaft der betroffenen Individuen, persönliche und unverwechselbare Merkmale von sich immer wieder – teils auch unbewusst – aufzeichnen zu lassen, muss gegeben sein. Dabei dürfen auch nationale und internationale rechtliche Aspekte nicht außer Acht gelassen werden.

Einzelne Merkmale können oft nicht die Eignungskriterien ausreichend erfüllen. So sind meist Kombinationen aus mehreren Merkmalen in Betracht zu ziehen.¹⁹

¹⁷ Vgl. Dietmar/Wilhelm (2017), S. 612 f.

¹⁸ Vgl. Behrens/Roth (2001), S. 12.

¹⁹ Vgl. Ross/Nandakumar/Jain (2006), S. 21.

3.4.2 Fingerabdruck Erkennung

Ursprünglich fast ausschließlich im forensischen Bereich angewandt, haben Sensoren für Fingerabdrücke mittlerweile Einzug in das tägliche Leben gehalten. Das Handy mit einem Fingerscan zu entsperren oder einen Laptop mit diesem biometrischen Merkmal zu schützen, ist bereits fest in unserer Gesellschaft verankert.

Fingerabdrücke gehören zu den am häufigsten eingesetzten Techniken für die biometrische Identifikation. Da jeder Fingerabdruck einzigartig und bei jedem Menschen vorhanden ist, zusätzlich Veränderungen des Abdruckes im Grunde nur durch Verletzungen hervorgerufen werden, eignet sich diese Methode besonders gut.²⁰

Jeder Fingerabdruck kann drei grundlegenden Mustern zugeordnet werden. Daraus können Merkmale wie Verästelungen, Knotenpunkte und Unterbrechungen herausgefiltert werden. Diese spezifischen Merkmale werden zusätzlich noch unterschieden in der Linienbreite und Tiefe sowie den Verläufen der Linien. Diese herausgefilterten Merkmale werden Minutien genannt.²¹

Die in der Abbildung 5 dargestellten Strukturen stellen die in der Daktyloskopie explizit erwähnten Grundmuster dar.



Abb. 5: Fingerabdruck Grundmuster in der Daktyloskopie, Quelle: Behrens/Roth (2001), S. 83.

Der heutige Stand der Technik hat die Abnahme der Fingerabdrücke erheblich vereinfacht. Ursprünglich wurden mit einem Tintenabdruck auf Papier die Fingerabdrücke aufgenommen und mühsam einzeln manuell verglichen. Die modernen Erfassungssysteme können innerhalb weniger Sekunden die Fingerprints aufnehmen und die Vergleiche ausführen. Hierbei wird zuerst ein Bild des Abdruckes erstellt. Dieses wird anhand verschiedener Bildbearbeitungsalgorithmen so aufbereitet und reduziert, dass die einzelnen Linien und deren Verläufe gut erkennbar sind. Anschließend werden die einzelnen Merkmale festgestellt und aus dem Fingerabdruckbild extrahiert. Dies ergibt ein eindeutiges Muster, welches leicht mit den gespeicherten Vergleichsmustern auf Übereinstimmung geprüft werden kann. Ein erheblicher Vorteil beim Vergleichen von reinen Musterdaten und nicht den kompletten Bilddaten besteht darin, dass die Vergleichsmuster sehr speicherplatzschonend archiviert werden können.

²⁰ Vgl. Dietmar/Wilhelm (2017), S. 61 f.

²¹ Vgl. Behrens/Roth (2001), S. 83.

Um z.B. durch Verletzungen hervorgerufene fälschliche negative Vergleiche zu vermeiden, werden oftmals von mehreren Fingern Vergleichsmuster genommen und hinterlegt. Der Fingerprint ist durch die erhältliche Sensorik bereits sehr fortgeschritten und kostengünstig zu realisieren.²²

Die Abbildung 6 verdeutlicht die Feststellung der Minuzien und deren Extraktion für den darauffolgenden Vergleich.



Abb. 6: Fingerabdruck Merkmal-Extrahierung, Quelle: Delta Zeitsysteme GmbH (2012), Online-Quelle [22.07.2017].

3.4.3 Iriserkennung

Ähnlich zu den unterschiedlichen Mustern eines Fingerabdrucks, weist auch die menschliche Iris einzigartige Muster auf. Der Iris-Scan ist mittlerweile eine ausgereifte und erprobte Technik. Bereits Handycameras haben genügend Auflösung und sind so fortgeschritten, dass eine Iriserkennung technisch möglich ist.

Die verhältnismäßig großen Musterunterschiede bei der Iriserkennung gegenüber anderen biometrischen Merkmalen ist ein erheblicher Vorteil beim Vergleich selbst. Da die Iris im Auge durch die Augenlider geschützt wird, ist auch die Beständigkeit ein weiterer Vorteil. Dadurch beeinflussen Verletzungen erheblich seltener die Erfassung. Durch mathematische Algorithmen können diverse Verzerrungen, ausgelöst durch Blickwinkeländerungen oder durch Schwankungen der Umgebungshelligkeit verursachte Pupillengrößenänderungen, rechnerisch kompensiert werden. Auch ist die Augenerfassung selbst gut zu realisieren, da sich die Iris sehr deutlich vom Augapfel und der Pupille abhebt.²³

Abbildung 7 zeigt eine vergrößerte Darstellung einer Iris mit klar ersichtlicher Abgrenzung zum Umfeld.

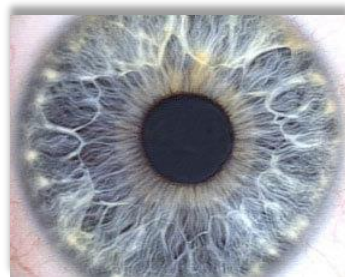


Abb. 7: Iris Bild, Quelle: University of Cambridge Computer Laboratory (2017), Online-Quelle [24.07.2017].

²² Vgl. Dietmar/Wilhelm (2017), S. 614.

²³ Vgl. Behrens/Roth (2001), S. 130 f.

Eine Nahaufnahme der Iris kann durch geeignete Kameras erfolgen. Dieses Bild wird durch Anwendung von Filtermethoden und den bereits im vorherigen Absatz erwähnten mathematischen Algorithmen von eventuellem Rauschen und Verzerrungen befreit. Über dieses aufbereitete Bild legt eine Erkennungssoftware eine Maske mit acht Ringen bezogen auf den Pupillenmittelpunkt. Innerhalb dieser Ringe werden die charakteristischen Merkmale, wie Rillen, Furchen, Adern usw. ermittelt und in einem eindeutigen Code dargestellt. Dieser Mustercode kann mit den archivierten Vorlagen verglichen werden.²⁴

Die Abbildung 8 zeigt die Erfassung einer Iris mit den überlagerten Ringen. Auf der linken oberen Position ist der eindeutige Iris-Code in seinen acht Streifen passend zu den Ringen zu sehen.

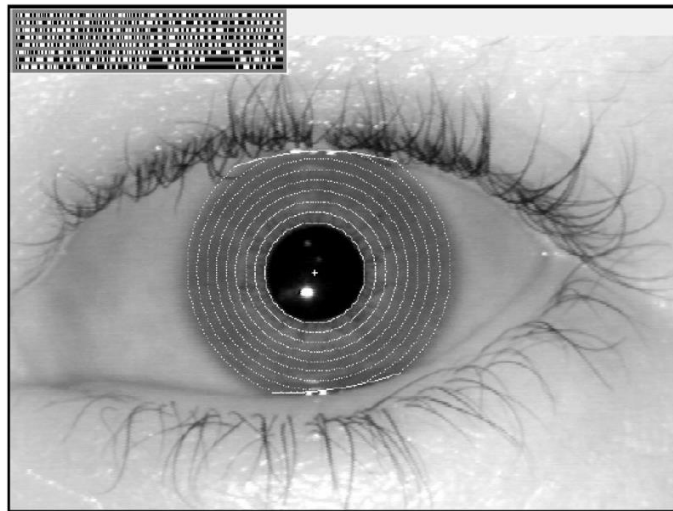


Abb. 8: Irisanalyse mit aufgelegtem Muster, Quelle: Universität Paderborn (2007), Online-Quelle [22.07.2017].

Bei der Iriserfassung verursachen nicht die biometrischen Merkmale an sich Probleme, vielmehr spiegeln sich negative Erkennungen in Handhabungsschwierigkeiten wider. Um eine Erkennung zu ermöglichen, gilt es, von den AnwenderInnen eine genaue Position mit dem Kopf und somit den Augen einzunehmen. Auch die geringe Distanz zum Auge selbst, die benötigt wird um ein vergrößertes Iris-Bild zu erstellen, ist oftmals ein Handicap. Um den zu erfassenden Personen eine exakte Positionierung zu ermöglichen, müssen zusätzliche Möglichkeiten zur BenutzerInnenfreundlichkeit geschaffen werden. So hängen der Erfolg und der Misserfolg einer Erkennung von der Bereitschaft und der Aufmerksamkeit der AnwenderInnen ab.²⁵

Das vorrangige Einsatzgebiet der Iriserkennung ist mit Sicherheit in der Verifikation von Zutrittsberechtigungen für diverse sicherheitsbehafete Einrichtungen mit sehr strenger Zutrittskontrolle zu sehen. Im herkömmlichen Unternehmertum gilt es, die BenutzerInnenfreundlichkeit der Iriserfassung gegen andere mögliche Systeme abzuwägen.

²⁴ Vgl. Dietmar/Wilhelm (2017), S. 616.

²⁵ Vgl. Nanavati/Thieme/Nanavati (2002), S. 84 ff.

3.4.4 Gesichtserkennung

Die Gesichtserkennung hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Diese rasante Entwicklung wurde durch die technischen Möglichkeiten der Bilderzeugung und Bildbearbeitung eingeleitet. Auch diverse Sicherheitsbedürfnisse zum Schutz der Bevölkerung vor kriminellen Handlungen tragen sehr zur Entwicklung dieser Technologie bei.

Grundsätzlich können bei der Gesichtserkennung zwei Hauptszenarien als Anwendungsbereiche unterschieden werden. Es kann die Gesichtserkennung eingesetzt werden, um aus einer Masse an Personen ein Individuum herauszufinden. Hier handelt es sich um die Erkennung selbst, also das Identifizieren. Das zweite Szenario ist der direkte Vergleich einer einzelnen Person als Verifikation, somit das Authentifizieren. Aus technischer Sicht ist das erste Szenario aufwendiger zu realisieren, da aus Bildern oder Videos mit einer Vielzahl an Individuen und Möglichkeiten ein Einzelnes eindeutig bestimmt und herausgefiltert werden muss.²⁶

Um einen Überblick über den gesamten Prozess der Gesichtserkennung zu erhalten, kann dieser in die nachfolgenden vier Einzelschritte unterteilt werden.²⁷

- **Bestimmung der Gesichtsposition**
Um eine Gesichtserkennung durchzuführen, muss als erster Schritt die eindeutige Position eines Gesichtes in den aufgenommenen Bildern oder Videos bestimmt und sozusagen eingegrenzt werden. Der Aufwand für die Lokalisierung variiert enorm je nach Qualität und Beschaffenheit der Aufnahmen, sowie den zuvor genannten Einsatzbereichen.
- **Merkmal Erkennung**
Nachdem die Gesichtsposition erkannt wurde, müssen die verschiedenen Merkmale, die eine Erkennung ermöglichen, im zuvor eingegrenzten Bereich extrahiert werden. Zur Erkennung dienen geometrische Merkmale wie spezielle Punkte, Distanzen, Winkel oder Kurven. Auch bildtechnische Merkmale wie Helligkeit, Farbe oder Graustufen und Texturen kommen zum Einsatz.
- **Filtern der Merkmale**
Da bei einer Gesichtserkennung die Aufnahmen nie gleich sind, müssen aus der sehr hohen Anzahl von ermittelten potenziellen Merkmalen diejenigen Merkmale, die eine eindeutige Erkennung ermöglichen, herausgefiltert werden. Dieser Reduktion sind mathematische Algorithmen zugrunde gelegt, welche die Bestimmung der positionsunabhängigen und gleichbleibenden Gesichtsmerkmale ermöglichen.
- **Vergleich und Entscheidung**
Als letzten Prozessabschnitt der Gesichtserkennung erfolgt der Datenbankabgleich mit einer Entscheidung.

²⁶ Vgl. Asit K./Madhura/Pradipta K. (2016), S. 5.

²⁷ Vgl. Yu-Jin (2011), S.5 f.

Die nachfolgende Abbildung stellt die vier genannten Prozessabschnitte der Gesichtserkennung von der Datensatzeingabe bis zum Resultat schematisch dar.

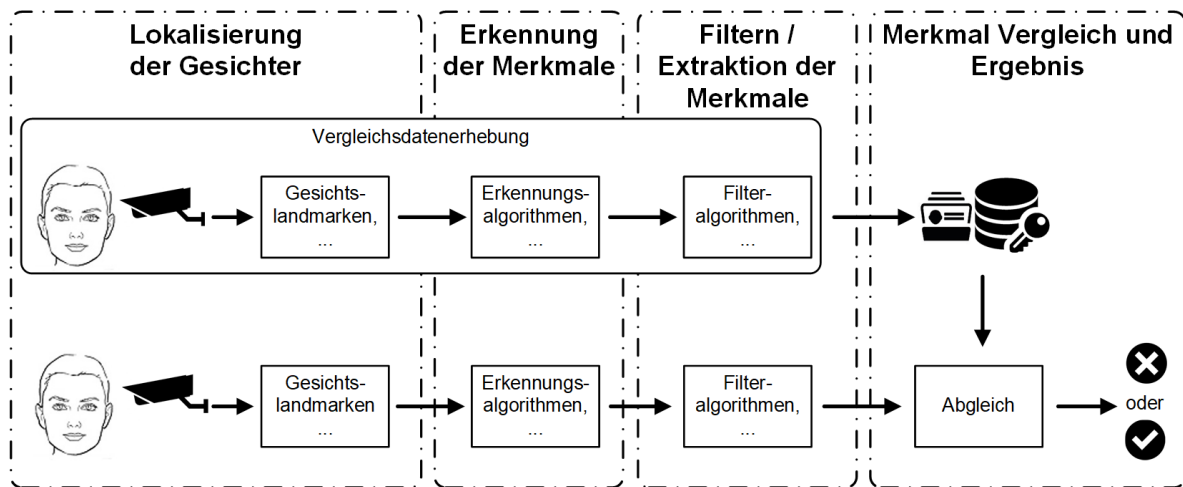


Abb. 9: Prozessabfolge bei der Gesichtserkennung, Quelle: Eigene Darstellung.

Die große Herausforderung bei der Erkennung eines Gesichtes sind die vielen Variationsmöglichkeiten, die bereits ein einzelnes Gesicht aufweisen kann. Menschliche Gesichter sind nicht gleichbleibend und keine starren Objekte. Einflussfaktoren wie der Faktor Zeit, also das Alter oder simple Beleuchtungsunterschiede bei der Bildaufnahme erhöhen die Komplexität der Gesichtserkennung. Solche Faktoren, die unabhängig von der Betrachtung selbst sich auf das physische Aussehen des Gesichtes auswirken, können in zwei grundlegende Gruppen eingeteilt werden. Eine Gruppe umfasst die externen Einflussfaktoren. Sie können unter anderem technische Parameter wie die Bildauflösung, Focus, Beleuchtungsstärke oder aber Lärm und Pose, also die Orientierung und der Abstand des Individuums zur Aufnahmeposition, sein. Die zweite Faktorengruppe umfasst die vom menschlichen Körper selbst verursachten bewussten und unbewussten Einflüsse. Diese intrinsischen Einflüsse können Mimik, Geschlecht, Ethnizität, Alter oder Gesichtsbehaarung und Kosmetik sein. Bei der Gesichtserkennung gilt es all diese Einflüsse mit in Betracht zu ziehen und die richtigen Schlüsselfaktoren für verwertbare und vergleichbare Merkmale zu identifizieren.²⁸

Durch die technischen Weiterentwicklungen der letzten Jahre ist die Hardware für eine fundierte Gesichtserkennung sehr kostengünstig. Ein geeignetes Kameramodul ist bereits unter 40 Euro im Internet erhältlich. Die erhältliche Hardware und ihr Leistungsvermögen ist somit kein Ausschlusskriterium für eine zufriedenstellende Gesichtserkennung. Die ausschlaggebenden Kriterien und Anforderungen für die Erkennung können rein den Algorithmen für die Positionserkennung und den Gesichtsvergleichen, somit der Software, zugeordnet werden.

Die unzähligen Ansätze und Algorithmen für die Gesichtserkennung reichen von einzelnen Pixelvergleichen oder Farb- und Graustufenvergleiche über definierte variable zweidimensionale Netzstrukturvergleiche bis hin zu dreidimensionaler Tiefenanalyse von einzelnen Gesichtern. Da einzelne Ansätze mit ihren Algorithmen meist nicht die gewünschten qualitativen Ergebnisse erzielen, gilt es je

²⁸ Vgl. Asit K./Madhura/Pradipta K. (2016), S. 11 f.

nach Einsatzgebiet, die verschiedenen Ansätze für die Gesichtserkennung zu kombinieren. Eine Kombination bringt auch hinsichtlich der Überlistbarkeit solcher Systeme Verbesserungen mit sich.

Ein möglicher Überlistungsversuch solcher Gesichtserkennungssysteme kann das simple Vorhalten eines Bildes oder das Anwenden einer Maskierung sein. Anhand der sogenannten Lebenderkennung kann diesem Versuch entgegengewirkt werden. Um sicherzustellen, dass das aufgenommene Bild auch wirklich von einer lebenden Person vor der Kamera stammt, werden ganze Bildsequenzen aufgenommen. Diese Bildsequenzen können vor dem eigentlichen Erkennungsprozess nach Bewegungen des Gesichtes untersucht werden. Typische Bewegungen hierbei wären Augen und Augenliderbewegungen oder Mundbewegungen.²⁹

Die hierarchisch in Abbildung 10 dargestellte Struktur stellt eine grundlegende Gliederung von Möglichkeiten für die Gesichtserkennung dar.

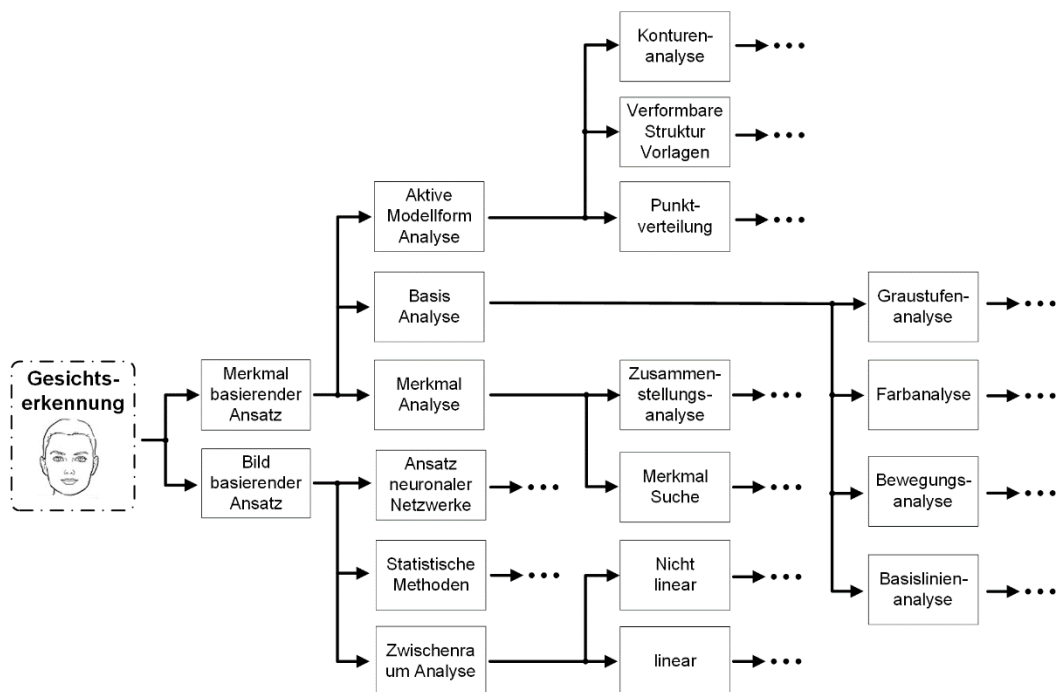


Abb. 10: Gliederung der Gesichtserkennungsmöglichkeiten, Quelle: In Anlehnung an Asit K./Madhura/Pradipta K. (2016), S. 20.

Ein Vorteil bei der Gesichtserkennung liegt in der Benutzerfreundlichkeit. So erfolgt sie entgegen der meisten biometrischen Erfassungsmethoden komplett berührungslos. Zwar ist auch die Iriserkennung berührungsfrei, benötigt aber erheblich kürzere Erfassungsdistanzen. Die Erfassungsdistanz ist jedoch ein wichtiger Aspekt in Bezug auf die Akzeptanz. So ist es nicht zwingend notwendig, bei der Gesichtserkennung auf einer Stelle zu verweilen um erfasst zu werden. Dies erhöht erheblich die Akzeptanz durch die NutzerInnen. Es ist möglich, die komplette Erkennung im Hintergrund ohne eine dezidierte, aktive Wahrnehmung durch die erfassten Personen zu realisieren. Auch kann eine Identifikation im Nachhinein mit gespeicherten Aufnahmen ermöglicht werden, wobei dieser Aspekt vorrangig in der Forensik bzw. Kriminologie zum Einsatz gelangt.³⁰

²⁹ Vgl. Behrens/Roth (2001), S. 113.

³⁰ Vgl. Kern (2006), S. 20 – 27.

4 RECHTLICHE GESICHTSPUNKTE

4.1 Arbeitsrecht

Die in Österreich relevanten rechtlichen Inhalte im Zusammenhang mit der Aufzeichnung von Arbeitszeiten und der Erfassung von biometrischen Merkmalen werden allgemeingültig im Arbeitsrecht geregelt. Um einen Überblick des hierarchischen Aufbaues des Arbeitsrechtes zu bekommen, kann die in Abbildung 11 dargestellte übliche Pyramidenform mit den Stufen der Rechtsordnung herangezogen werden. Dabei gilt, dass die unteren Stufen dieser Pyramide als Ergänzung und Erweiterungen für die darüberliegenden Stufen anzusehen sind. Eine gegenteilige oder widersprüchliche Rechtsauslegung einer untergeordneten Stufe gegenüber ihrer übergeordneten Rechtsquelle ist immer als nichtig anzusehen.



Abb. 11: Stufen der Rechtsquellen, Quelle: In Anlehnung an AK Steiermark (2013), Online-Quelle [15.11.2017], S. 13.

Generell haben ArbeitnehmerInnen und ArbeitgeberInnen ein beidseitiges Interesse, dass die geleistete Arbeitszeit dokumentiert wird. Anhand dieser Aufzeichnungen ist es möglich, bei Dienstleistungen den Kunden korrekte Rechnungen zu legen und eine dokumentierte, sowie nachvollziehbare Entgeltauszahlung an die ArbeitnehmerInnen durchzuführen. Auch ein Projektcontrolling steht und fällt mit einer solchen Aufzeichnung. Nur anhand solcher Aufzeichnungen können nachhaltige Angebotslegungen für zukünftige Aufträge erfolgen. Damit werden auch die Arbeitsplätze und die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens gesichert.

Es besteht darum auch eine Aufzeichnungspflicht über die geleisteten Arbeitsstunden laut § 26 AZG für die ArbeitgeberInnen³¹. Im Gegenzug muss auch eine Aufzeichnungspflicht für die eingehaltenen Ruhezeiten laut § 25 des Arbeitsruhegesetzes (ARG) eingehalten werden³². Hier gilt jedoch zu

³¹ Vgl. Rechtsvorschrift für Arbeitszeitgesetz (2017), Online-Quelle [20.07.2017], Abs 7 § 26.

³² Vgl. Rechtsvorschrift für Arbeitsruhegesetz (2017), Online-Quelle [07.08.2017], Abs 6 §25.

differenzieren, dass solche Aufzeichnung der Ruhezeiten in einer herstellenden Industrie hauptsächlich das Thema Ersatzruhe für die geleisteten Überstunden betrifft.

Diese gesetzlich festgelegte Aufzeichnungspflicht gilt rein für die Dokumentation von Beginn und Ende der Arbeitszeiten bzw. Ruhezeiten. Näher konkretisiert werden die erlaubten Aufzeichnungstätigkeiten von ArbeitgeberInnen gegenüber ArbeitnehmerInnen im Arbeitsverfassungsgesetz (ArbVG).

Im ArbVG ist geregelt, ab wann ein Unternehmen die Zustimmung der ArbeitnehmerInnen braucht oder bei Vorhandensein eines Betriebsrates dessen Zustimmung einholen muss, um Aufzeichnungen durchzuführen.

Laut § 96 und § 96a des ArbVG sind solche zustimmungspflichtigen Maßnahmen unter anderem folgende:

- „Die Einführung von Kontrollmaßnahmen und technischen Systemen zur Kontrolle der Arbeitnehmer, sofern diese Maßnahmen (Systeme) die Menschenwürde berühren.“³³
- „Die Einführung von Systemen zur automationsunterstützten Ermittlung, Verarbeitung und Übermittlung von personenbezogenen Daten des Arbeitnehmers, die über die Ermittlung von allgemeinen Angaben zur Person und fachlichen Voraussetzungen hinausgehen.“³⁴

Bedingt durch diese Gesetzestexte müssen bei automatischen Zeiterfassungen immer zwei Aspekte geprüft werden.

- Wird durch irgendeine technische Maßnahme die Menschenwürde berührt oder sogar verletzt. Hier sei angemerkt, dass eine Verletzung der Menschenwürde rechtswidrig ist und auch weitere strafrechtliche Folgen mit sich bringt. Als Beispiel der Berührung der Menschenwürde kann hier eine Videoüberwachung des Raucherplatzes, um Pausenzeiten zu kontrollieren, aufgeführt werden.
- Als zweiten Aspekt gilt es zu beachten, dass die Erhebung von Daten durch ArbeitgeberInnen, die über allgemeine Angaben hinausgehen und direkt einem einzelnen Individuum zugeordnet werden können, immer einer Zustimmung bedürfen. Ein wichtiger Grund für diese Aussage ist, dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Verfügungsgewalt dieser aufgezeichneten Daten nicht mehr alleinig der betroffenen Person obliegt. Hier kann als Beispiel die Erhebung von einzelnen biometrischen Merkmalen, die keinerlei direkte Unternehmensrelevanz haben, genannt werden.

Ein automatisches reines Zeiterfassungssystem für Arbeitsbeginn und Arbeitsende mit NFC oder RFID-Tags ist somit nicht zustimmungspflichtig und kann vom Unternehmen jederzeit eingeführt werden. Jedoch sind individuelle, zuordenbare, biometrische oder anderwärtige erhobene Merkmale für eine Zutritts- und Zeiterfassungskontrolle laut Gesetz nur zulässig, wenn die Erlaubnis zu dieser Vorgehensweise vom Betriebsrat oder direkt bei den betroffenen Personen eingeholt wird. Für eine Zustimmung empfiehlt es sich, die Vorgehensweisen und Aufzeichnungen dieser Maßnahmen in

³³ Gesamte Rechtsvorschrift für Arbeitsverfassungsgesetz (2017), Online-Quelle [07.08.2017], § 96 Abs. 1 Z. 3.

³⁴ Gesamte Rechtsvorschrift für Arbeitsverfassungsgesetz (2017), Online-Quelle [07.08.2017], § 96a Abs.1 Z. 1.

etwaigen Betriebsvereinbarungen zu erläutern, um sie so auch gleichzeitig zu dokumentieren. Um auch eine erhöhte Akzeptanz der Belegschaft zu erhalten, sollten solche Maßnahmen vorab sorgfältig auf Tauglichkeit und Arbeitserleichterungen geprüft werden.

4.2 Datenschutz

Als Erweiterung der im vorhergehenden Abschnitt aufgeführten Rahmenbestimmungen hinsichtlich diverser Aufzeichnungen ist der Datenschutz ein wesentlicher und eigenständig aufgeführter Bestandteil der Gesetzgebung. Nach mehrjährigen Verhandlungen haben mittlerweile die in der Europäischen Union verantwortlichen drei Institutionen, das Parlament, die Kommission und der Rat, einen Kompromiss für eine überarbeitete Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) beschlossen³⁵.

Die Kundmachung dieser (EU) 2016/679 Verordnung erfolgte im Mai 2016 und hat zur Folge, dass die bisherig gültige 95/46/EG Richtlinie aufgehoben wird und die neue DSGVO am 25. Mai 2018 Gültigkeit erlangt. Aufgrund der durch die EU eingeräumten Spielräume für die Mitgliedsstaaten in der neuen DSGVO hat Österreich ebenso eine Novelle für das national gültige Datenschutzgesetz 2000 (DSG 2000) erlassen. Somit ersetzt das Datenschutz-Anpassungsgesetz 2018 ebenso im Mai 2018 das gültige DSG 2000.³⁶

Die Abbildung 12 zeigt eine übersichtliche Darstellung der Zeitschiene für die Gültigkeit der bestehenden und zukünftigen Datenschutzrichtlinien, Verordnungen und dem nationalen Datenschutzgesetz.

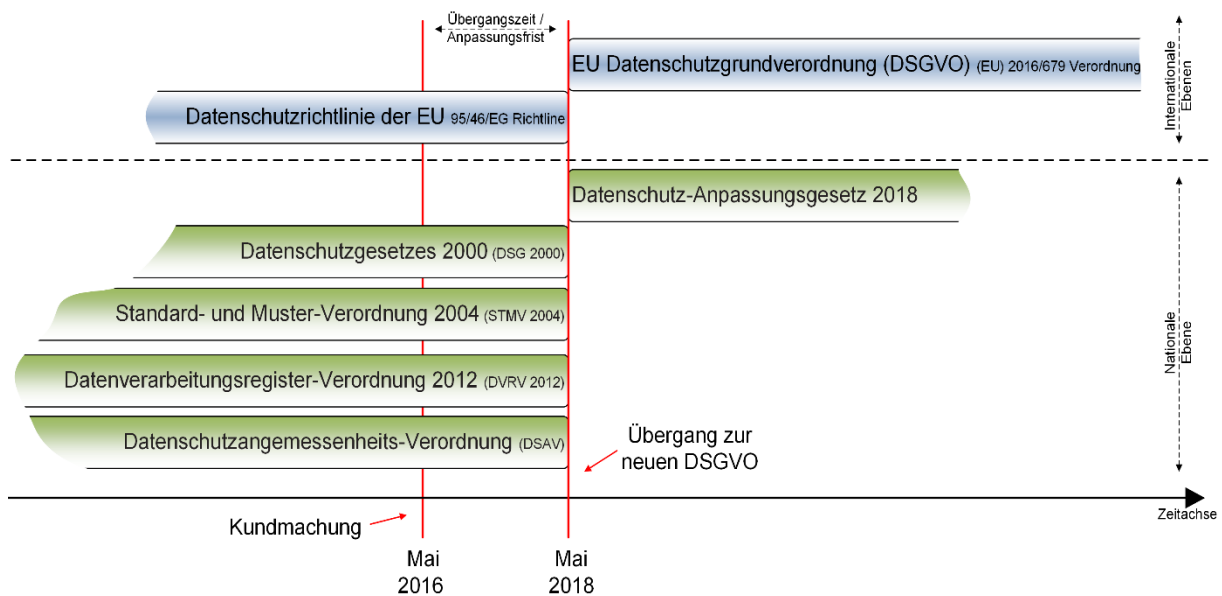


Abb. 12: Gültigkeitsbeginn der DSGVO, Quelle: Eigene Darstellung.

Die aktuellen Diskussionen hinsichtlich des Datenschutzes spiegeln durchaus die enorme Brisanz dieses Themas wider. Durch die immer größer werdenden Bedürfnisse an Datenkommunikation und Datenaustausch ist es von Nöten, den Schutz und somit die Richtlinien bezüglich spezieller Daten

³⁵ Vgl. Roßnagel (2017), S. 21.

³⁶ Vgl. EU Datenschutzgrundverordnung, Kurzüberblick und Zeitplan (2017), Online-Quelle [10.08.2017], S. 1.

laufend den technischen Gegebenheiten anzupassen. Darum ist es sinnvoll, davon auszugehen, dass die zukünftigen Datenschutzverordnungen und Gesetze schnelllebigen Aktualisierungen oder sogar Novellen unterliegen werden.

Da mit der neuen Novelle generelle Änderungen und Anpassungen umgesetzt werden, referenziert diese Arbeit hauptsächlich auf das zukünftige Datenschutz-Anpassungsgesetz 2018, welches fortan als Datenschutzgesetz 2018 (DSG18) bezeichnet wird.

Im DSG18 werden jegliche Bestimmungen zu etwaigen personenbezogenen Daten festgelegt. Um nun für automatische Zutritts- oder Zeiterfassungen mit biometrischen Merkmalen einen Handlungsbedarf laut DSG18 für Unternehmen gegenüber deren Belegschaft festzustellen, muss der §35 im DSG berücksichtigt werden.

Laut diesem Paragraphen sind „personenbezogene Daten“, die einem erhöhten Schutz unterliegen, folgend definiert:

- „Alle Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person (im Folgenden „betroffene Person“) beziehen; als identifizierbar wird eine natürliche Person angesehen, die direkt oder indirekt, insbesondere mittels Zuordnung zu einer Kennung wie einem Namen, zu einer Kennnummer, zu Standortdaten, zu einer Online-Kennung oder zu einem oder mehreren besonderen Merkmalen, die Ausdruck der physischen, physiologischen, genetischen, psychischen, wirtschaftlichen, kulturellen oder sozialen Identität dieser natürlichen Person sind, identifiziert werden kann.“³⁷

Im Absatz 13 des Paragraphen 35 im DSG18 wird ebenso die Begrifflichkeit der biometrischen Daten aufgegriffen. Es ergibt sich, dass biometrische Daten zumindest indirekt immer einer natürlichen Person zugeordnet werden können. Damit sind solche erfassten Informationen ohne Umwege als personenbezogenen Daten einzustufen.

Auch wird im Paragraphen 35, Absatz 2, gezielt der Begriff der „Verarbeitung“ von solchen Daten wie folgt festgelegt:

- „Jeden mit oder ohne Hilfe automatisierter Verfahren ausgeführten Vorgang oder jede solche Vorgangsreihe im Zusammenhang mit personenbezogenen Daten wie das Erheben, das Erfassen, die Organisation, das Ordnen, die Speicherung, die Anpassung oder Veränderung, das Auslesen, das Abfragen, die Verwendung, die Offenlegung durch Übermittlung, Verbreitung oder eine andere Form der Bereitstellung, den Abgleich oder die Verknüpfung, die Einschränkung, das Löschen oder die Vernichtung.“³⁸

Wird nun ein Zutritts- oder Zeitsystem mit Identifikation durch biometrischen Daten umgesetzt, werden diese Daten auch entsprechend verwaltet. Dies bedeutet, es müssen Vorlagen bzw. Muster zum Vergleich gespeichert werden. Dadurch können gemeinsam mit der Erfassungszeit eindeutige und personenbezogene Datensätze, welche einen erhöhten Schutz unterliegen, kreiert werden.

³⁷ Datenschutz - Anpassungsgesetz 2018, 322/ME (2017), Online-Quelle [10.08.2017], §35 Abs. 1.

³⁸ Datenschutz - Anpassungsgesetz 2018, 322/ME (2017), Online-Quelle [10.08.2017], §35 Abs. 2.

Bereits durch diese Gegebenheiten muss ein Unternehmen, welches in irgendeiner Art und Weise biometrischen Daten in den täglichen Arbeitsalltag integrieren will, sei es als Geschäftsmodell oder lediglich als Zutrittskontrolle, das DSG18 berücksichtigen.

Im Zusammenhang mit der Verarbeitung von personenbezogenen Daten stärkt das DSG18 in den Paragraphen 42 bis 45 die Rechte der betroffenen Personen. Im gleichen Kontext werden dem Unternehmen Auskunftspflichten und somit eine Transparenz gegenüber den Betroffenen vorgeschrieben. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Datenschutzes wird im §53 des DSG18 betrachtet. Hier wird auf die technisch möglichen Sicherstellungen der personenbezogenen Daten gegenüber unbefugten Dritten hingewiesen. Es muss mit angemessenen Maßnahmen dem Risiko von unbefugten Manipulationsversuchen vorgebeugt werden. Auch eine Gewährleistung der Wiederherstellung und Datenintegrität bei Fehlfunktionen muss gegeben sein. Schlussendlich besteht bei einer Schutzverletzung eine Meldepflicht an die Datenschutzbehörde und an die betroffenen Personen.³⁹

Das zukünftige österreichische DSG18 bezieht sich, speziell im Bereich des Schutzes der Menschenwürde, auf das ArbVG. Darüber hinaus werden viele Bestimmungen vom DSGVO der EU übernommen. Auch das DSG18 verweist auf eine bedingte Zustimmung des Betriebsrates oder bei nicht vorhanden sein solcher vertretungsbefugten Organe auf die bedingte Zustimmung der betroffenen Personen.

Wichtig für Unternehmen ist es, dass dezidierte Personalakten ebenso personenbezogene Daten darstellen und somit in den Gültigkeitsbereich des DSG und der weiteren gesetzlichen Rahmenbestimmungen fallen. Ein klares internes Firmenregulativ für den Umgang mit diesen Daten im Einklang mit diesen gesetzlichen Vorschriften ist zwingend notwendig und zu dokumentieren. Bei Nichteinhaltung der Bestimmungen bringt die zukünftige Datenschutznovelle auch eine Verschärfung und empfindliche Erhöhung hinsichtlich möglicher Verwaltungsstrafen mit sich.

Nicht nur hinsichtlich einer möglichen biometrischen Erfassung in Unternehmen, sondern auch bei den notwendigen Personalakten ist somit auch Sorge zu tragen, dass eine technische Sicherheit wie z.B. Verschlüsselung der Daten oder eine sichere Verwahrung von papierbehafteten personenbezogenen Dokumenten, erfolgt. Um möglichen Verwaltungsstrafen vorzubeugen, empfiehlt es sich, Maßnahmen zum Schutz vor internen und externen Manipulationsversuchen zu treffen.

³⁹ Vgl. Datenschutz - Anpassungsgesetz 2018, 322/ME (2017), Online-Quelle [10.08.2017], S. 20 ff.

5 PROJEKTMANAGEMENT UND CONTROLLING IN KMU'S

5.1 Projektmanagement Prinzip

Es gibt eine große Anzahl an veröffentlichter Literatur hinsichtlich dieses Themas. Da es nicht Ziel dieser Arbeit ist, dezidiertes Wissen über Projektmanagement zu erläutern, wird lediglich das Prinzip kurz thematisiert.

Immer mehr kleinere Betriebe speziell im Bereich der Technik organisieren und verwalten ihre Tätigkeiten oftmals projektbezogen. Hierbei spielt die Wirtschaftlichkeit eine noch wichtigere Rolle als bei sehr großen Unternehmen. Dieses Prinzip in einem KMU bis 100 Personen zu integrieren und aufrechtzuerhalten, erfordert ein sehr hohes Maß an Ausdauer und dadurch ein unausweichliches, fortwährendes Projektmanagement. Das Projektmanagement beinhaltet alle koordinierenden, ausführenden, planenden, kontrollierenden und steuernden Maßnahmen und Methoden, die der Notwendigkeit eines Projektes entsprechen, deshalb dient es auch als einheitlicher Oberbegriff⁴⁰. Im Projektmanagement wird häufig das in Abbildung 13 dargestellte Prinzip des magischen Dreiecks, zur Beschreibung des Bewegungsspielraumes in einem Projekt, herangezogen.

Dieses sogenannte ökologische Prinzip zielt darauf ab, dass die geschlossene Fläche zwischen den angenommenen Punkten Kosten, Zeit und Qualität in einem Projekt konstant bleiben soll. Ändert sich als Beispiel der Faktor Zeit, da das Projekt viel schneller abgeschlossen werden muss, so leidet darunter zumindest ein anderer Faktor. Entweder nimmt die Qualität ab oder die Kosten steigen, meist jedoch werden beide übrigen Faktoren in eine nachteilige Richtung beeinflusst.⁴¹

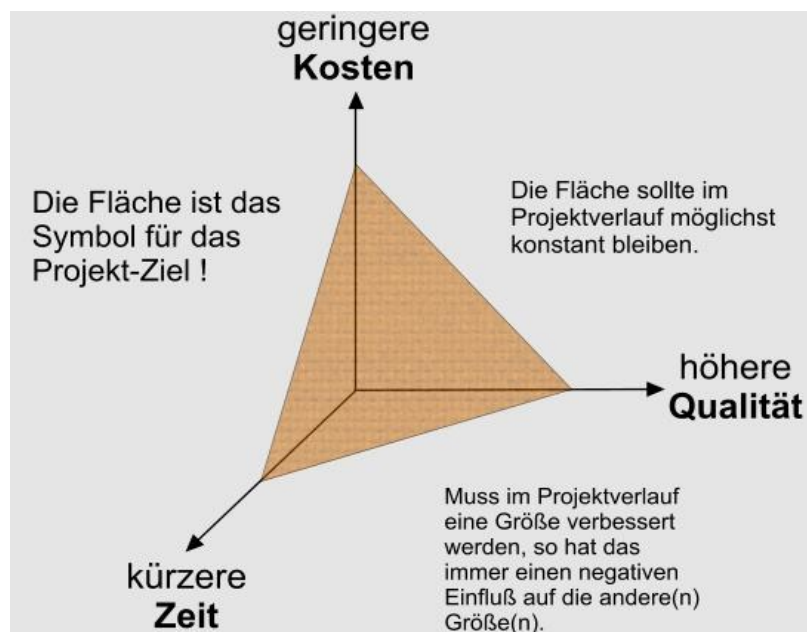


Abb. 13: Magisches Dreieck im Projektmanagement, Quelle: SEIBIT Realtime-Solutions (2017), Online-Quelle [27.08.2017] (leicht modifiziert).

⁴⁰ Vgl. Kuster/Huber/Lippmann/Schmid/Schneider/Witschi/Wüst (2008), S. 8.

⁴¹ Vgl. Möller/Dörrenberg (2003), S. 23.

5.2 Projektcontrolling

Als elementares Werkzeug für die Wirtschaftlichkeit und somit den Erfolg eines Projektes dient das Controlling. Als Teil des Projektmanagements kann das Controlling zur Schaffung der notwendigen Transparenz in einem Projekt eingesetzt werden. Durch die Anwendung von unterschiedlichen Werkzeugen, sogenannten Controlling Tools, können dezidierte Projektfortschritte dargestellt werden. Um letztendlich Maßnahmen einzuleiten und diverse Ergebnisse und Aktivitäten zu steuern und zu erhalten, müssen vorhergehende Aktivitäten kontinuierlich überwacht, geprüft und bewertet werden.⁴²

Beim Projektcontrolling werden die zuvor geplanten Projektziele und Ergebnisse entlang der ganzen Dauer des Projektes immer wieder überprüft und mit den Vorgaben verglichen. Hierbei stellen sich folgende wichtige Fragen:⁴³

- Stimmen die Kosten, die Qualität und die Zeitschiene mit den Vorgaben überein?
- Sind Abweichungen vorhanden, wann und wo sind diese aufgetreten?
- Haben diese Abweichungen einen Einfluss auf das Ergebnis?
- Wodurch sind diese Abweichungen entstanden, können sie korrigiert werden?

Die aus dem Projektcontrolling erarbeiteten und aufbereiteten Ergebnisse können wieder als Maßnahmenkonzepte für weitere Aktivitäten im Projekt herangezogen werden. Sie stellen dadurch einen in Abbildung 14 dargestellten Controlling Regelkreis dar. Somit sind auch diese Projektcontrolling Tools ein grundlegender Pfeiler in einem Projekt und haben einen erheblichen Einfluss auf das Endergebnis und die Wirtschaftlichkeit eines Projektes.

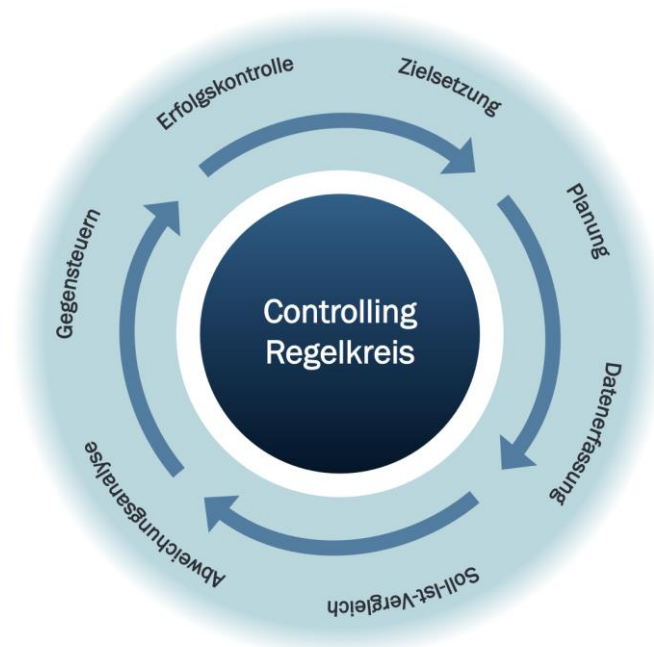


Abb. 14: Regelkreis im Projektcontrolling, Quelle: Berekat Karavul (2017), Online-Quelle [29.08.2017].

⁴² Vgl. Mensing (2015), S. 128 f.

⁴³ Vgl. Dietmar/Wilhelm (2017), S. 449 f.

Änderungen bzw. Maßnahmen unkontrolliert einem Projekt zuzuführen, erhöht das Risiko des negativen Abschlusses enorm. Nur wenn die Eckdaten, wie im bereits erwähnten magischen Dreieck eines Projektes, laufend unter Beobachtung stehen und weitgehendst der Controlling- und Steuerungskreislauf eingehalten wird, kann ein erfolgreiches Ergebnis erzielt werden.

Es sind unzählige Methoden und Grundlagen für ein fundiertes Projektcontrolling im Lauf der Zeit entwickelt und beschrieben worden. Wann und wie solche Tools zum Einsatz kommen, hängt von der Komplexität, Dauer und vom Umfang eines Projektes ab. Es sollte dennoch darauf geachtet werden, die Maßnahmen des Controllings so einfach wie möglich zu gestalten. Es ist wirtschaftlich und technisch kontraproduktiv, künstlich mehr Aufwand für das Überprüfen und Überwachen eines Projektes zu generieren als nötig ist. Auch sollten diverse Auswertungen aus den Controllingmaßnahmen genauso für Außenstehende verständlich und am besten selbsterklärend sein.⁴⁴

Projekte in KMU's schwanken oftmals erheblich bezüglich ihrer Anforderungen und dadurch auch in ihrer Größe. Aus diesem Grund kommt es bei kleinen Projekten dazu, dass in einem Projektteam Mitglieder mehrere Positionen ausüben müssen. Schon der wirtschaftliche Aspekt führt dazu, dass bei kleinen Projekten die Controlling Funktion und somit der generelle Überblick so gut wie immer durch die ProjektleiterInnen selbst ausgeübt wird. Da ein Projektcontrolling sehr dynamisch und laufend auch bei kleineren Projekten durchgeführt werden muss, kann ein eigenständiges Controlling durchgeführt von den Projektmitgliedern, zur Entlastung der Leitungsfunktion beitragen. Auch fördern solche Möglichkeiten die Transparenz im Projekt und können die Motivation der Projektmitglieder durch erhöhte Eigenverantwortung steigern.

Die Eigenverantwortung von Projektmitgliedern kann aber nur stattfinden, wenn diese auch durch die Weitergabe von relevanten Daten und der entsprechenden Ausrüstung mit Befugnissen ausgestattet werden. Eine einfache, zentral gelagerte Darstellung von ausgewerteten Eckdaten für Projektmitglieder kann eine Möglichkeit der Informationsweitergabe im Projekt sein. Dadurch kann die Kommunikation im gesamten Projektverlauf flach gehalten und erheblich vereinfacht werden. Für ein positives Gesamtergebnis des Projektes steuern diese Maßnahmen einen hohen Anteil bei.

⁴⁴ Vgl. Bär/Fiege/Weiß (2017), S. 55.

6 SYSTEMAUSLEGUNG

6.1 Unternehmensbezogene Voraussetzungen

Um eine personalisierte Informationsquelle bei den täglich durchzuführenden Zeiterfassungen automatisch zu verwirklichen, wird ein System benötigt, welches die bestehenden Strukturen im Unternehmen nutzt. Da die Systemauslegung in dieser Arbeit für ein dezidiertes Unternehmen erfolgt, werden die Gegebenheiten dieses Beispielunternehmens als Grundlage für das zu realisierende System herangezogen.

Die derzeitige Arbeitszeitaufzeichnung im Unternehmen erfolgt mittels eines einfachen handelsüblichen RFID-Systems. Es werden am Zeiterfassungsterminal neben Arbeitsbeginn und Arbeitsende auch die Projekt- und Tätigkeitswechsel anhand eines Tätigkeitskürzels und der Projektnummer erfasst. Daraus erfolgt die monatliche Arbeitszeitabrechnung für die MitarbeiterInnen, sowie eine automatische, tägliche Übertragung der Zeiten für Arbeitsbeginn und -ende an ein internes Projektverwaltungs- und Managementsystem.

Dieses eigenständige Managementsystem wird im Unternehmen als NETPORTAL bezeichnet. Zu diesem NETPORTAL haben alle firmenangehörigen Personen einen definierten Zugang, welcher durch entsprechende Benutzerrechte beschränkt ist. Das Managementsystem beruht auf einer SQL-Datenbankstruktur, welche am internen Firmenserver aufgesetzt ist. In das System werden die zu bearbeiteten Projekte mit dem dafür vorgesehenen Stundenkontingent und die in Erwägung gezogenen ProjektleiterInnen zentral von der obersten Unternehmensleitung für die weitere Verwendung eingetragen.

Ist die Projektleitungsfunktion eindeutig bestimmt, kann die positionsinnehabende Person direkt im System diverse Arbeitspakete für das durchzuführende Projekt erstellen. Somit wird auch gleichzeitig der Ressourcenbedarf festgelegt. Zu diesen Arbeitspaketen werden auch die vorhandenen Stunden anhand diverser Erfahrungswerte vorverteilt. Da jedes Projekt eine eigenständige Nummer aufweist, können nun die bereits verteilten Stunden anhand ihrer Tätigkeiten und der Projektnummer richtig von jedem Projektmitglied zugeordnet werden. So können auch die bereits übertragenen Zeiten des Erfassungsterminals im Managementsystem von den Projektmitgliedern selbst direkt verbucht und richtig zugeteilt werden.

Anhand dieser Gegebenheit stellt das Managementsystem eine sehr gute Ausgangssituation für eine zusätzliche Anzeige und Auswertung von Informationen hinsichtlich eines Projektes dar. Um die entsprechenden Informationen automatisch den richtigen Personen zuzuordnen, ist es von Nöten, einen Zugriff auf die bereits vorhandenen Daten in der SQL-Datenbank zu generieren oder direkt auf das interne Projektverwaltungs- und Managementsystem zuzugreifen. Bevor dieser direkte Zugriff erfolgen kann, ist aus sicherheitstechnischen Gründen eine eindeutige Identifizierung und Authentifizierung einer firmenzugehörigen Person zu realisieren. Diese Sicherheit kann die angestrebte Gesichtserkennung bei der Zeiterfassung gewährleisten.

6.2 Erforderliche Systemfunktionen

Die derzeitige Zeiterfassung mit den RFID Chips speichert die generierten Zeiteinträge der erfassten Personen in einem proprietären und zusammenhängenden Textfile. Das Managementsystem muss, zwar automatisiert aber dennoch umständlich, die Daten des Arbeitsbeginns und des Arbeitsendes herausfiltern, um sie anschließend in der Datenbank abzulegen. Durch diesen Schritt kann die Zeit für die weiteren projektzugehörigen Buchungen zu Verfügung gestellt werden.

Die zusätzliche personalisierte Anzeige soll in der Lage sein, hier direkt die bereits aufbereitete Zeit in die bestehende SQL-Datenbank zu schreiben. Da im Managementsystem nachträglich sowieso die Zeiten zu den Tätigkeiten und zu den dazugehörigen Projekten zugeordnet werden müssen, kann ein Projektwechsel am Erfassungsterminal durch Eingabe des Projektkürzels und der Tätigkeitsnummer entfallen. Somit gilt es, eine einfache Stempelfunktion für die Zeiterfassung in das System zu integrieren. Die Auswertungen für die Arbeitszeitabrechnungen durch eine administrative und befugte Verwaltungsperson kann durch das bereits vorhandene Managementsystem oder zu einem späteren Zeitpunkt durch ein eigenständiges Webinterface erfolgen. Auch sollen die üblichen Darstellungen für angesammelte Zeitguthaben oder Zeitsaldi zur Anzeige am Terminal gebracht werden.

Für die personenbezogene Erfassung soll die berührungslose Gesichtserkennung anstatt der RFID-Chips fungieren. Somit kann eine eindeutige Firmenzugehörigkeit festgestellt werden. Durch die Anwendung dieser Identifizierung und Authentifizierung können per eindeutig festgelegter ID die personenbezogenen Informationsdaten angezeigt werden. Weiters ist es möglich, bei nicht firmenangehörigen Personen eine Darstellung von diversen Informationen zu unterbinden oder überhaupt keine Anzeigen durchzuführen. Die angezeigten Daten für firmenangehörige Personen sollen zumindest folgende Informationen am Display bereitstellen:

- Anzahl an beteiligten Projekten
Es sollen alle aktuellen in Bearbeitung befindlichen Projekte mit der Beteiligung der zuvor bestimmten Person visualisiert werden.
- Restzeiten für diverse Tätigkeiten
Die in den Projekten der jeweiligen Person zugeteilten Tätigkeiten und die daraus resultierenden restlichen Zeiten sollen grafisch und zahlentechnisch darstellbar sein.
- Allgemeiner Projektstatus
Durch eine einfache Ampeldarstellung soll der allgemeine Projektstatus dargestellt werden. Dabei übernimmt das Ampelprinzip die Kennzeichnung von „großer Zeitverzug“ mit rot, „erhöhter Zeitbedarf“ mit gelb und „alles im zeitlichen Rahmen“ mit grün.
- Wichtige Termine und Verschiebungen
- Anzeige von Kommen und Gehen, Zeitguthaben und Zeitsaldo als Zeiterfassungsfunktion
- Anzeige von personalisierten Informationen
Hierbei soll die Möglichkeit bestehen, die Anzeige bis zu einem gewissen Maße eigenständig personalisieren zu können.

Als Designaspekt ist es dem Unternehmen auch wichtig, dass das neue Erfassungs- und Anzeigeterminal nicht direkt als solches durch firmenfremde Personen wahrnehmbar ist.

6.3 Generelle Systemübersicht

Um einen dezidierten Überblick der groben Netzwerkstruktur im Unternehmen zu erlangen, ist in der rechten Hälfte der Abbildung 15 die momentane, zur Verfügung stehende Architektur dargestellt. Ein zentraler Router mit inkludiertem WLAN verbindet die Server und die jeweiligen Rechner der MitarbeiterInnen. Die Möglichkeit ins Internet zu gelangen ist über eine installierte Firewall gegeben. In der derzeitigen Situation ist der komplette E-Mail-Verkehr über einen externen Anbieter realisiert. Dieser stellt den entsprechenden ausgelagerten Microsoft Exchange Server zu Verfügung. In der linken Hälfte der Abbildung 15 ist die zu realisierende Erfassungsmöglichkeit mit der zusätzlichen Informationsanzeige schematisch dargestellt. Die Anbindung des Systems kann einfach über eine WLAN Kommunikation oder alternativ über Ethernet an das interne Netzwerk erfolgen.

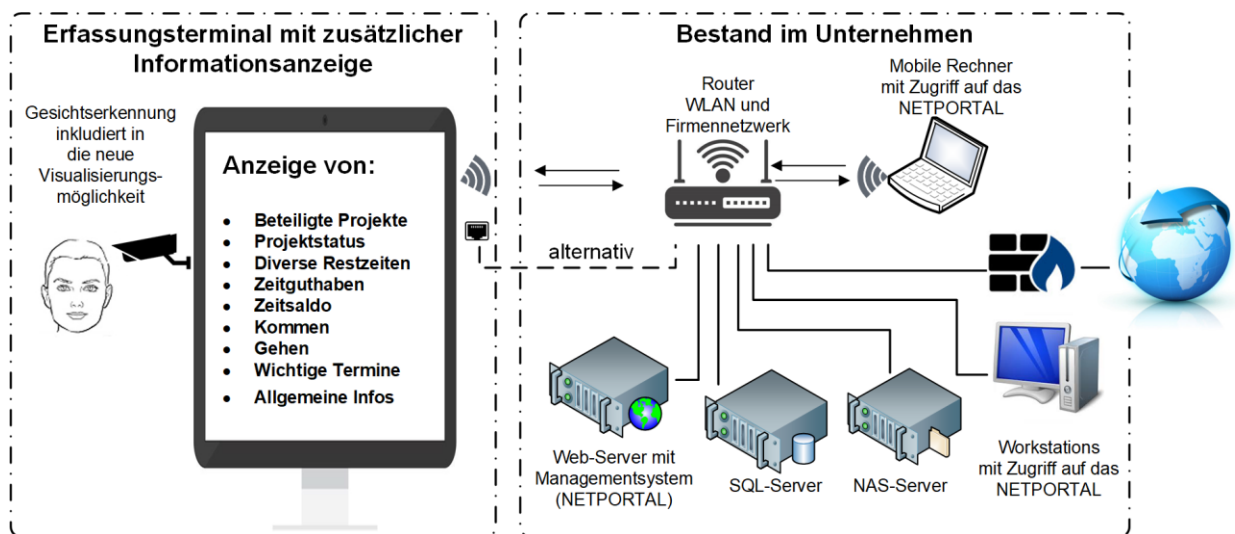


Abb. 15: Systemübersicht und Netzwerkbestand im Unternehmen, Quelle: Eigene Darstellung.

Anhand der Möglichkeit, über WLAN Kommunikation das neu gestaltete Erfassungsterminal an das Firmennetzwerk anzubinden, ergibt sich eine gewisse Flexibilität hinsichtlich des Aufstellungsortes. Dabei kann auf eine Verlegung und Anschlussmöglichkeit über kabelgebundenes Ethernet in dieser Auslegung verzichtet werden. Da eine WLAN Kommunikation aus sicherheitstechnischen Blickwinkeln durchaus ein erhöhtes Risiko für ungewollte Zugriffsaktivitäten mit sich bringt, darf auf die Möglichkeit für verdrahtete Netzwerkkommunikation des Erfassungsterminals nicht verzichtet werden.

Die Interaktion von der erfassten Person mit dem neuen Informations- und Zeiterminal wird sich im Allgemeinen überwiegend auf das visuelle Darstellen von Informationen beschränken. Um auch Buchungen abubrechen, muss eine geringfügige Interaktion zumindest mittels Tasten bei diesem System durchführbar sein. So sind als Tastenfunktionen eine Bestätigungstaste und eine Abbruchtaste in das zu System zu integrieren.

Da es vorgesehen ist, Informationen nur anzuzeigen, wenn eine Person in unmittelbarer Nähe ist, sollte das neue Terminal einen justierbaren Abstandssensor oder einen Bewegungsmelder für diese Funktion aufweisen. Durch diese Sensorik kann die Anzeige eingeschaltet werden, sobald sich eine Person dem Terminal auf wenige Zentimeter nähert. Umgekehrt besteht die Möglichkeit, die Anzeige beim Verlassen des Erfassungsraumes zu deaktivieren und somit auch ein gewisses Maß an Energie einzusparen. Zusammen mit der Gesichtserkennung kann durch diese Funktion bei einer nicht erfolgreichen Identifizierung und Authentifizierung ebenso eine unerwünschte Informationsanzeige unterbunden werden.

Zusammengefasst stellt die nachfolgende Abbildung 16 alle Kernbereiche des zu verwirklichenden Erfassungsterminals dar. In dieser Darstellung ist ersichtlich, dass eine zentrale Steuerung für die Koordination hinsichtlich der Gesichtserkennung und der Arbeitszeiterfassung sowie der Peripherie notwendig ist. Zusätzlich kann diese Steuereinheit die Datenkommunikation zu den SQL-Servern und dem Managementsystem zur Verfügung stellen und verwalten. Um leistungstechnisch die zentrale Steuereinheit zu entlasten, werden die projektbezogenen Informationen direkt vom NETPORTAL und somit von einem leistungsfähigen PC aufbereitet. So müssen die benötigten Informationen lediglich am Erfassungsterminal angezeigt und nicht berechnet werden. Für diese zentrale Steuereinheit empfiehlt es sich, die am Markt erhältlichen sogenannten Einplatinenrechner in Betracht zu ziehen. Diese preisgünstigen Rechner bringen je nach Marke und Variante viele Anschlussmöglichkeiten und enorme Leistungsreserven mit. Im nachfolgenden Abschnitt 6.4 wird näher auf die Thematik der Einplatinenrechner eingegangen.

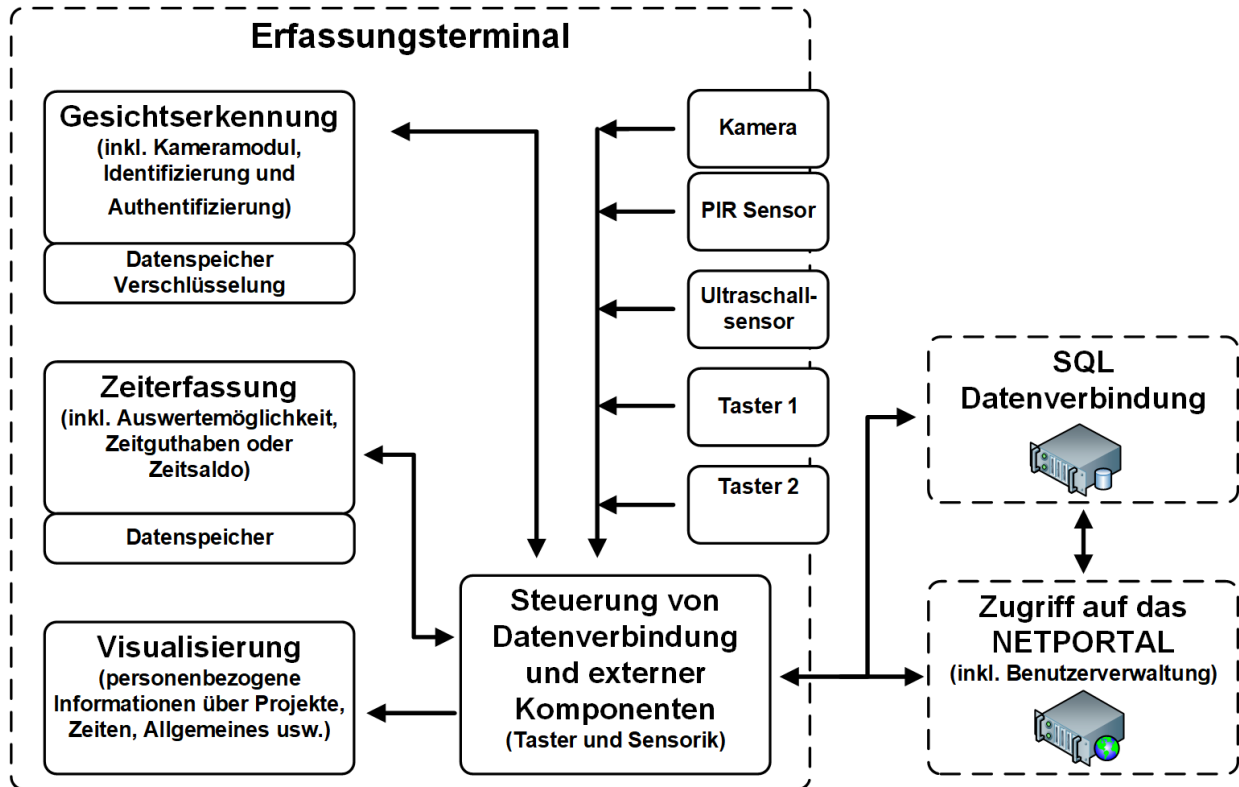


Abb. 16: Übersicht der Kernfunktionen des neuen Erfassungsterminals, Quelle: Eigene Darstellung.

6.4 Festlegen der Hardware

Um eine Hardwareauslegung zu treffen, müssen auch die vorgegebenen Aspekte des Aussehens für das zu erstellende Anzeigeterminal genauer betrachtet werden. Hierbei gilt es, die Forderung des Unternehmens, nach einer nicht direkt und sofort erkenntlichen Visualisierung bei firmenfremden Personen, umzusetzen. Diese Forderung ermöglicht großen Spielraum für etwaige Designvorstellungen und muss näher konkretisiert werden.

Weitere wesentliche Bedingungen der genannten Forderung sind:

- Jegliche bauliche Veränderung für diverse Nischen oder nachträgliche Wandausbrüche stellen keine Möglichkeit für die Designvarianten dar.
- Das realisierte System muss ohne großen Aufwand ortsveränderlich sein.
- Es soll ein eigenständiges, konfigurierbares Gerät mit inkludierter Sensorik und einfachen Anbindungsmöglichkeiten zu bestehenden Systemen konzipiert werden.

Eine sehr elegante und gut zu realisierende Lösung stellt hier das Prinzip eines Displays hinter einem Einwegspiegel, auch Spionspiegel genannt, dar. Dieses Prinzip wurde bereits mehrfach von einzelnen Personen und Unternehmen aufgegriffen und als Open Source oder Do it yourself (DIY) Projekte im Internet mit den einprägsamen Namen Magic Mirror oder Smart Mirror veröffentlicht und sehr gut beschrieben. Einer dieser Personen ist der Niederländer Michael Teeuw, der bereits im Jahr 2014 erste Ideen in Bezug auf dieses Prinzip auf seiner Homepage veröffentlicht hat.⁴⁵

Ein weiteres Unternehmen das dieses Prinzip nutzt und eine Open Source Software für etwaige Anwendungen mit diesem Hintergrund im Internet zu Verfügung stellt, ist das deutsche Unternehmen GLANCR.⁴⁶

Allgemein herrscht ein sehr hohes Interesse auch in den sozialen Medien nach solchen smarten Anzeigen mit dem Prinzip des Smart oder Magic Mirrors. Da einige Firmen ebenso in diesem Bereich immer wieder Aktivitäten melden und diese oftmals auch als Eigenentwicklungen darstellen, kann ein eindeutiger Ursprung dieser Idee nicht mehr realistisch ausgemacht werden.

Dieses genannte Prinzip bietet eine sehr komfortable Lösung zur Darstellung von Informationen für berechnete und eingeweihte Personen. Gleichmaßen existiert eine gewünschte Verschleierungsmöglichkeit für außenstehende Personen. Aufgrund dieses Aspektes beruht die grundsätzliche Gehäuseauslegung des realisierten Erfassungsterminals auf dem Prinzip eines Magic Mirrors. Als Materialien für das Gehäusedesign kommen Massivholzarten zum Einsatz. Auf die durchgeführten handwerklichen Tätigkeiten und die benötigten Einzelteile für den Gehäusebau wird im Kapitel 7 Aufbau der Hardware eingegangen.

⁴⁵ Vgl. Teeuw (2014), Online-Quelle [09.10.2017].

⁴⁶ Vgl. Danker (2017), Online-Quelle [09.10.2017].

6.4.1 Hauptkomponenten

Es wurde bereits in einem vorhergehenden Abschnitt das Augenmerk auf einen Einplatinencomputer als praktikable Lösung für die Hauptsteuerungsaufgaben des zu realisierenden Systems gelenkt. In den letzten Jahren hat sich dieser Typus mit den Platinenabmessungen einer Scheckkarte vom reinem Evaluierungsboard für Mikrocontroller zu sehr leistungsstarken Kleinstrechnern für sehr breit gestreute Einsatzbereiche entwickelt. Es gibt am freien Markt viele Hersteller dieser Einplatinenrechner, dabei unterscheiden sich diese Produkte entweder drastisch oder nur spezifisch in ihrer Anwender- bzw. Programmierfreundlichkeit. So ist eines der wichtigsten Kriterien für eine wohldurchdachte Auswahl von Einplatinenrechnern der Support und die Größe der Internetcommunity. Durch eine große Anwenderzahl des in Betracht gezogenen Produktes und eine aktive und große Internetgemeinschaft können diverse Probleme mit Software und zusätzlicher Hardware bereits im Vorfeld recherchiert werden. Auch eine breite Unterstützung bei Problemen mit diversen Lösungsansätzen ist dadurch möglich. Aufgrund der breit gestreuten Unterstützung und der mittlerweile enormen Verbreitung ist die Auswahl für die Steuerung des Erfassungsterminals auf den Einplatinenrechner Raspberry Pi, entwickelt von der gleichnamigen Stiftung, gefallen.

Die Abbildung 17 zeigt die dritte Generation des Einplatinenrechners Raspberry-Pi mit einer Kennzeichnung der Schnittstellen und des Prozessors auf der Platine. Wichtigste Neuerungen in dieser Version sind die Integration von Bluetooth und WLAN Kommunikation direkt auf die Rechnerplatine und der Einsatz eines 64Bit 4 Kern Prozessors von Broadcom.

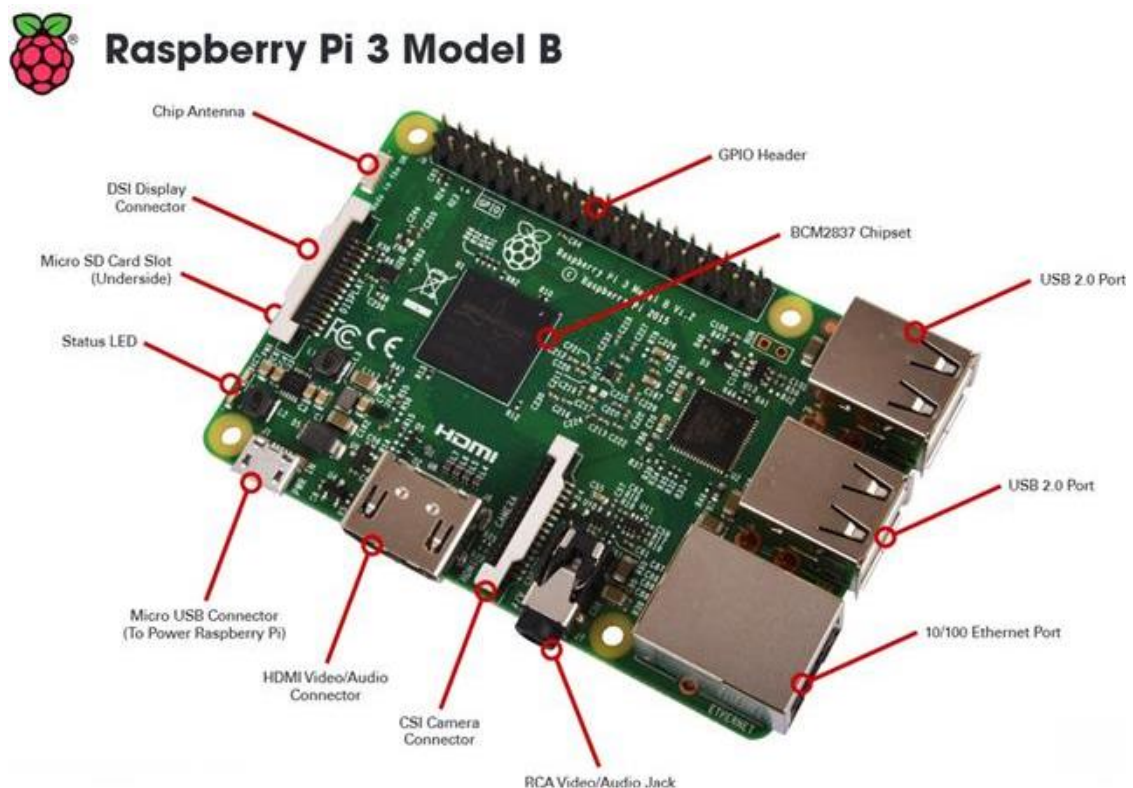


Abb. 17: Raspberry Pi mit Übersicht der Schnittstellen, Quelle: STEG Electronics AG (2017), Online-Quelle [18.11.2017].

Der Raspberry Pi kann als vollständiger Computer angesehen werden. Durch seine vielfältigen Anschlussmöglichkeiten und seine verhältnismäßig gute Leistung hat dieser Rechner in sehr vielen Bereichen Einzug gehalten. Die preisliche Gestaltung, die unter 50 Euro liegt, und die in diesem Bereich wohl am besten unterstützte Open Source Softwarestrategie tun ihr Übriges, den Bekanntheitsgrad des Raspberry Pi weiter zu steigern.

Da eine wichtige Voraussetzung für das Erfassungsterminal die Anwendung einer Gesichtserkennung ist, muss auch die Umsetzung und Möglichkeit in Hinblick auf die Software gegeben sein. Bei diesem Aspekt kann der Raspberry Pi durch das Zusammenspiel mit der Open Source Software namens OpenCV punkten. Deren Möglichkeiten, Einsatz sowie Anwendung sind im Absatz 8 näher beschrieben. Weitere hardwaretechnische Voraussetzungen, wie ein Kameraanschluss und die Möglichkeit, Sensoren über die General Purpose Input Output (GPIO) Schnittstelle anzuschließen, sind durch den Raspberry Pi ebenso gegeben. Auch für die drahtlose oder drahtgebundene Netzwerkkommunikation sind entsprechende Schnittstellen vorhanden.

In Tabelle 2 ist eine Übersicht der Leistungsdaten und der Schnittstellen des Raspberry Pi 3 dargestellt. Mit den vorhandenen Schnittstellen und den bereitgestellten Attributen kann dieser Einplatinenrechner für das Erfassungsterminal eingesetzt werden.

Raspberry Pi Model 3	
CPU	BCM2837 64 Bit ARMv8 von Broadcom Cortex-A53-Rechenkerne Quad-Core-Prozessor mit 1,2 GHz
GPU	Dual-Core-GPU VideoCore IV mit OpenGL ES 2.0 und OpenVG mit Hardwarebeschleunigung und 1080p30 H.264 High-Profile-Decoding
RAM	1 GByte LPDDR2-SDRAM
Speicher	Micro-SD Slot
USB	4 x USB-2.0-Anschlüsse
	Micro-USB zum Anschluss eines Netzteils mit über 2,4 A
Ethernet/LAN	RJ45-Ethernet-Anschluss mit 10/100 MBit/s
Video Output	HDMI / Composite RCA 15-poliger serieller Display-Schnittstellensteckverbinder (DSI), z.B. für das offizielle Touchscreen-Display für den Raspberry Pi
Audio Output	HDMI und 4-poliger Klinkenstecker mit Stereo-Ausgang
Kamera	15-poliger MPI-CSI-2-Steckverbinder für HD-Videokamera
IO Erweiterungen	40-polige GPIO-Stiftleiste mit seriellen Bussen (GPIO/UART/SPI/I ² C/I ² S)
WIFI	WLAN: BCM43143 Onboard für IEEE 802.11b, g und n im 2,4 GHz-Bereich
Bluetooth	Bluetooth Classic und Low Energy (BLE) onboard (Bluetooth 4.1)
Betriebssysteme	Linux Derivate, Windows 10 IOT, Android (nicht offiziell)
Größe / Gewicht	85mm x 56mm / 42g

Tab. 2: Übersicht der Schnittstellen und Leistungsdaten des Raspberry Pi Model 3, Quelle: In Anlehnung an Raspberry Pi Foundation (2017), Online-Quelle [10.9.2017].

Für den Raspberry Pi bietet die gleichnamige Stiftung auch ein Kamera Modul für das 15 polige Camera Serial Interface (CSI) am Rechner an. Die Unterstützung und das Zusammenspiel mit dem Einplatinenrechner sind anhand der vorhandenen Treiber für die Software ausgereift. Mit Hilfe eines handelsüblichen Flachbandkabels kann das Modul mit dem Rechner über die vorhandenen Steckverbindungen benutzerfreundlich und schnell angeschlossen werden. Dieses Kamera Modul in der Version 2.1 stellt für die auszuführende Gesichtserkennung eine solide Grundlage dar.

In Abbildung 18 sind die Vorder- und Rückseite des Kameramoduls und das verwendete Flachbandkabel dargestellt.

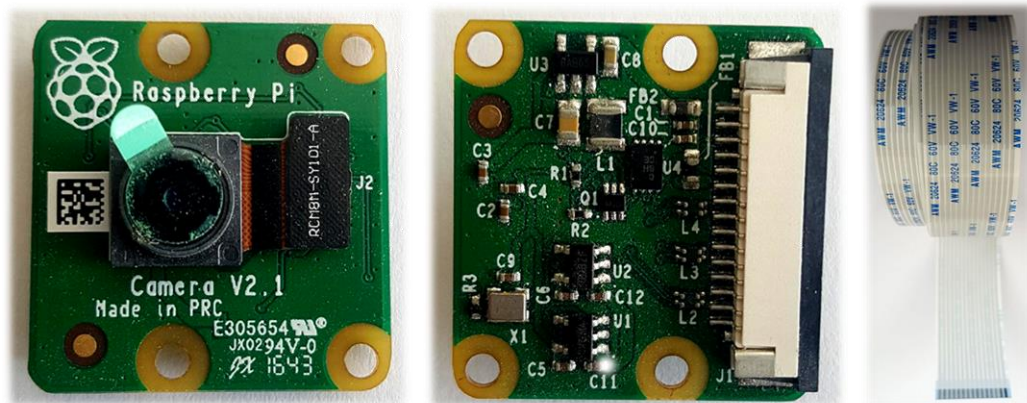


Abb. 18: Raspberry Pi Kamera Modul Version 2.1 in der Vorder- und Rückansicht sowie das dazugehörige Flachbandkabel, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Spezifikationsdaten des eingesetzten Kameramoduls sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Auflösung von 8 Megapixel ist für die Gesichtserkennung ausreichend und kann mit rund fünf Jahre alten Digitalkameras mithalten.

Raspberry Pi Kamera Modul Version 2.1	
Standbild-Auflösung	8 Megapixel
Video-Modi	1080p30, 720p60 und 640 x 480p60/90
Sensor	Sony IMX219
Sensor-Auflösung	3280 x 2464 Pixel
Sensor-Fläche	3,68 x 2,76 mm (Diagonale 4,6 mm)
Pixel-Größe	1,12 x 1,12 µm
Optische Größe	1/4"
Brennweite	3,04 mm
Blickwinkel (horizontal)	62,2°
Blickwinkel (vertikal)	48,8°
Lichtstärke	F 2.0
C-Programmierung	API OpenMAX IL und andere verfügbar
Linux-Integration	V4L2-Treiber verfügbar
Größe / Gewicht	25mm x 24mm x 9mm / 3g

Tab. 3: Übersicht der Leistungsdaten des Raspberry Pi Kamera Moduls, Quelle: In Anlehnung an Raspberry Pi Foundation (2017), Online-Quelle [10.9.2017].

Die eigentliche Darstellung der Informationen erfolgt durch einen einfachen Monitor. Da der Raspberry Pi die Anschlussmöglichkeit über HDMI besitzt, sollte dieser Anschluss ebenfalls bei dem ausgewählten Monitor vorhanden sein. Es kann jegliche im Handel erhältliche Monitorgröße in Erwägung gezogen werden. Da ein Einwegspiegel vor dem Monitor platziert wird, ist für eine gute Darstellung der gewünschten Informationen auf die Bildhelligkeit des verwendeten Monitors zu achten. Diese sollte zumindest über 200cd/m² liegen, damit die Lichtdämpfung des Spiegels ausgeglichen werden kann. Da die dargestellten Informationen und diversen Grafiken keiner hohen Bildwiederholfrequenz unterliegen, kann die Reaktionszeit des Monitors als nebensächlich in dieser Systemauslegung betrachtet werden. Eine Reaktionszeit von rund 5 ms ist mittlerweile als Standard anzusehen und würde hierzu das Auslangen bieten.

Der eingesetzte Monitor und dessen Eckdaten sind in Tabelle 4 aufgeführt. Es wurde ein Monitor in der Preisklasse bis 130 Euro mit der Größe von 21,5 Zoll gewählt. Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass das Gehäuse des Monitors nicht zu wuchtig ist, um eine angenehme Aufbauhöhe, siehe auch Absatz 7, des zu fertigenden Unterbaues zu realisieren.

Monitor - BenQ GL2250-T	
Physikalische Auflösung	1920 x 1080 Full-HD -1080p / 16:9
Pixelabstand	0,248 mm
Max. Farbtiefe	16,7 Mio
Displaygröße	21,5 Zoll
Bildbreite und Höhe	476,64 mm x 268,11 mm
Betrachtungswinkel H/V (CR>10)	170° / 160°
Kontrast (dynamisch)	12 Mio : 1
Helligkeit	250 cd/m ²
Reaktionszeit	2 ms
Anschlüsse	1x DVI- D mit HDCP Unterstützung 1x HDMI 1x 15 Pin D-Sub (VGA)
Lautsprecher	Stereo 2 x 1 W
Leistungsaufnahme (Eco Mode) Stromsparmmodus	< 17 W < 0,3 W
Außenabmessungen (B x H x T) inkl. Standfuß	524mm x 399mm x 173 mm
Außenabmessungen (B x H x T) ohne Standfuß	524mm x 324mm x 65mm
Gewicht	3,7kg

Tab. 4: Leistungsdaten des eingesetzten Monitors, Quelle: In Anlehnung an BenQ Corporation (Hrsg.) (2011), S. 1..

Die Auswahl des Monitors ist individuell zu betrachten. Die Dimensionen richtet sich nach dem gewünschten Design. Hier kann auch ein reines Display mit eigener Anschlussplatine in Betracht gezogen werden. Dies kann eine noch flachere Aufbauweise oder Gehäusevariante ermöglichen.

6.4.2 Zusätzliche Sensorik und Hardware

Um einen gewissen Grad an Interaktion zu bieten, soll die Möglichkeit gegeben sein, neben dem Kameramodul noch weitere Sensoren und Betätigter in die Systemauslegung zu inkludieren. Als Varianten kommen hierbei ein Bewegungsmelder oder ein Ultraschallsensor zum Zuge. Mit diesen Sensoren kann ein Bereich für die grundsätzliche Aktivierung des Anzeigeterminals eingestellt und abgetastet werden. Nachfolgend sind diese zusätzlichen Komponenten angeführt und beschrieben.

Bewegungsmelder

Zur Anwendung wird der in Abbildung 19 dargestellte passive Infrarot (PIR) Sensor des Herstellers D-Sun mit der Typenbezeichnung dsn-fir800 gebracht. Dieser Sensor kann direkt an die GPIO Anschlüsse des Raspberry PI angeschlossen werden. Durch die zwei Potenziometer können die Reichweite und die Aktivierungszeit eingestellt werden. Eine Erkennung der Helligkeit wie bei herkömmlichen Bewegungsmeldern für Lampen ist bei diesem Sensormodul nicht gegeben. Diese Möglichkeit wird für die angedachte Anwendung auch nicht benötigt. Mittels einer Lötbrücke kann der Ausgang des Sensors je nach Anwendungsbedarf von High, beim Ansprechen geht der Ausgang von 0 VDC auf 3,3 VDC oder auf Lo, der Ausgang geht von 3,3 VDC auf 0 VDC, gestellt werden⁴⁷. Der preisliche Rahmen für einen solchen PIR Sensor bewegt sich im mittleren einstelligen Bereich.

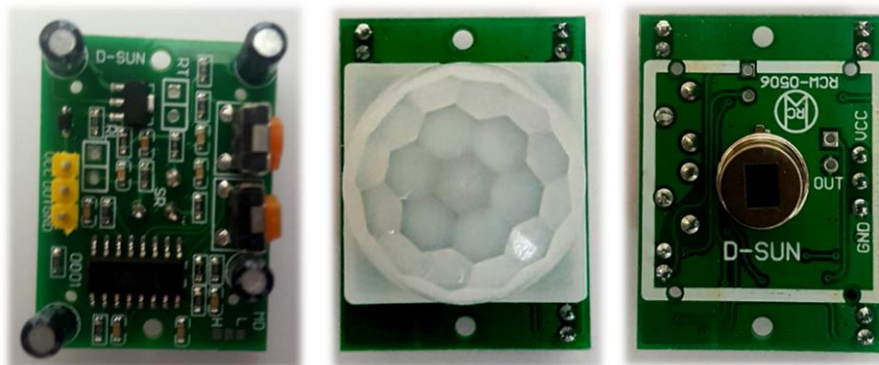


Abb. 19: Passiver Infrarotsensor dsn-fir800, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Tabelle 5 zeigt die Eckdaten des angewendeten PIR Sensors.

PIR Sensor D-SUN dsn-fir800 (HC-SR501)	
Versorgungsspannung	4,5 VDC - 20 VDC
Ausgang	TTL Ausgang High 3,3 VDC, Low 0 V
Erkennungswinkel	120°
Reichweite	einstellbar bis 7 m
Aktivierungszeit	einstellbar 5 - 300 s
Platinenabmessungen inkl. Linse (B x H x T)	32,2mm x 24,3mm x 25,4 mm
Gewicht	6 g

Tab. 5: Eckdaten des eingesetzten PIR Sensors, Quelle: In Anlehnung an Parallax Inc. (Hrsg.) (2007), S. 1 f.

⁴⁷ Vgl. Parallax Inc. (Hrsg.) (2007), S. 2.

Ultraschallsensor zur Distanzerkennung

Um die Informationsanzeige erst aktiv zu schalten, wenn eine Person in unmittelbarer Nähe davor steht, kann anstelle des Bewegungsmelders ein Ultraschallsensor zur Entfernungsmessung zum Einsatz kommen. Ein preiswertes Modul für den Einsatz mit dem Raspberry Pi ist das Ultraschallmodul HC-SR04.

Dieses Ultraschallmodul kann zur Entfernungsmessung im Bereich von 20 mm bis zu 3000 mm eingesetzt werden. Die Genauigkeit bei der Messung liegt bei rund 3 mm. Bei mehrfachen Messungen können pro Sekunde bis zu 50 Einzelmessungen zur Distanzbestimmung mit diesem Modul durchgeführt werden.⁴⁸

In Abbildung 20 ist das eingesetzte Ultraschallsensor Modul in der Vorder- und Rückansicht dargestellt.

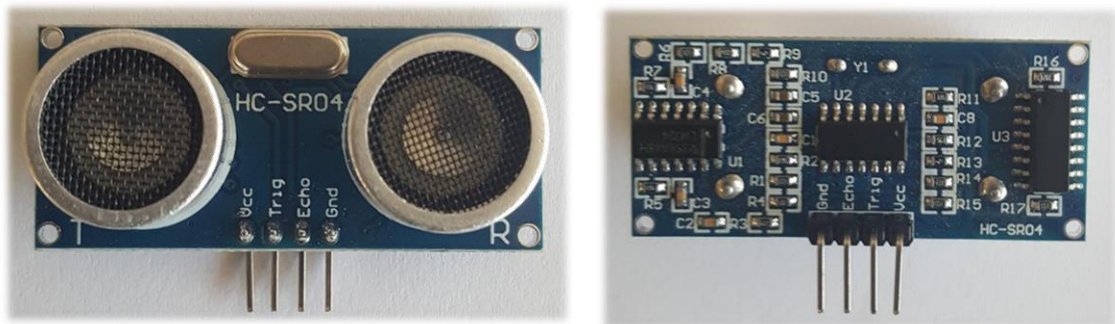


Abb. 20: Ultraschall Distanzsensor HC-SR04, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Tabelle 6 zeigt die Leistungsdaten sowie weitere Kernpunkte des HC-SR04 Ultraschallsensor Moduls.

Ultraschall Messmodul HC-SR04	
Versorgungsspannung	VCC +5V +-10%, GND 0V
Ausgang	(Trigger, Echo) TTL Pegel (L < 1,0V)
Sendekegel	15°
Reichweite	von 20 mm bis 3000 mm
Messintervalldauer	20 ms
Messungen pro Sekunde	max. 50
Fehlerrate ohne Temperaturkompensation	20°C Temperaturdifferenz ~3,5 %
Anschlüsse	1: VCC, Versorgungsspannung 5V 2: Trigger Eingang, TTL-Pegel 3: Echo, Ausgang Messergebnis, TTL-Pegel 4: GND, 0V
Platinenabmessungen inkl. Linse (B x H x T)	45mm x 21mm x 18 mm
Gewicht	8 g

Tab. 6: Eckdaten des eingesetzten PIR Sensors, Quelle: In Anlehnung an KT-Elektronik (2012), S. 1.

⁴⁸ Vgl. KT-Elektronik (2012), S. 1 f.

Zusätzliche Taster

Um eine einfache Bestätigung oder einen Abbruchvorgang durchführen zu können, werden zwei herkömmliche Tasten gewählt, die auf der linken und rechten Seite der Informationsanzeige angebracht werden. Um die Tasten einzulesen, bietet die integrierte GPIO Schnittstelle am Raspberry Pi die entsprechenden Möglichkeiten.

Um Taster oder Sensoren an die GPIO Schnittstelle anzuschließen, sollten zusätzlich schaltungstechnische Maßnahmen getroffen werden. Um eindeutige Zustände vom Eingangssignal zu bekommen, muss das Signal entweder auf HIGH (+3,3 V) oder auf LOW (Masse) gezogen werden. Anhand des Pull-Up oder Pull-Down Prinzips wird dies in einer üblichen GPIO Beschaltung realisiert. So kann eine eindeutige Erkennung von Eingangssignalen ohne Störeinflüsse am Raspberry Pi erfolgen.⁴⁹

Die eingesetzten Taster sind einfache, für Platinenbestückung eingesetzte Bauelemente. Sie werden in dieser Anwendung im Pull-Up Prinzip beschaltet. In Abbildung 21 sind diese Bauteile dargestellt. Es ist zudem klar zu erkennen, dass diese Teile einer Wiederverwendung unterzogen werden, da sie bereits einmal in einer anderen Anwendung verwendet wurden, was durch die vorhandenen Platinenstücke in der Abbildung ersichtlich ist.

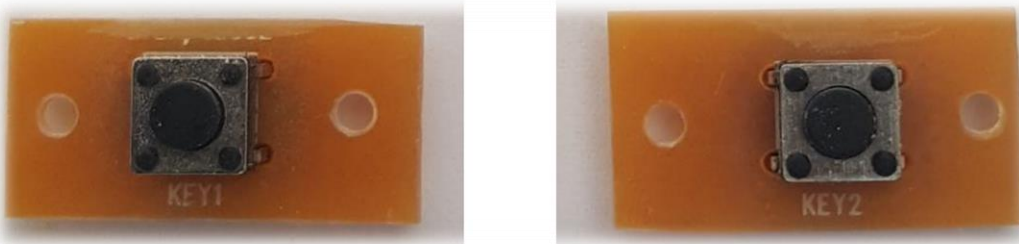


Abb. 21: Eingesetzte Tastenelemente, Quelle: Eigene Darstellung.

Netzgerät für den Raspberry Pi

Die Spannungsversorgung des Raspberry Pi erfolgt durch einen Micro-USB Stecker. Der Strombedarf des Einplatinencomputers richtet sich nach den angeschlossenen zusätzlichen Komponenten. Da der Monitor eine eigene Spannungsversorgung aufweist, sind für das zu realisierende Anzeigeterminal und somit für den Raspberry Pi lediglich die zuvor aufgeführten externen Komponenten relevant. Für diesen Betrieb sollte ein Netzgerät mit der Ausgangsspannung von 5 V und rund 2 A genügen.

Auch bei dem Netzgerät für das Anzeigeterminal wurde Wiederverwendung für den ersten Testaufbau betrieben. Es wurde ein handelsübliches Steckernetzteil mit den Ausgangsspezifikationen von 5,1 VDC und 2,1 A für den Betrieb des Raspberry Pi herangezogen. Um den Platzbedarf möglichst gering zu halten und keine Schuko Steckdosenverteilung im Gehäuse unterbringen zu müssen, wurde das Gehäuse des Netzteiles entfernt. Dadurch kann ein direkter Anschluss des Netzgerätes durch eine Zwischenklemmung der Versorgung erfolgen.

⁴⁹ Vgl. Robinson/Cook/EvansJonathan/McManus (2014), S. 310.

In der Abbildung 22 ist das bereits vom Gehäuse befreite Netzgerät in der Vorder- und Rückansicht dargestellt. Da der USB-Stecker für den sekundären Ausgang direkt auf der Platine positioniert ist, kann die Spannungsversorgung des Raspberry Pi durch ein übliches USB Typ A auf Micro-USB Typ B Kabel erfolgen.

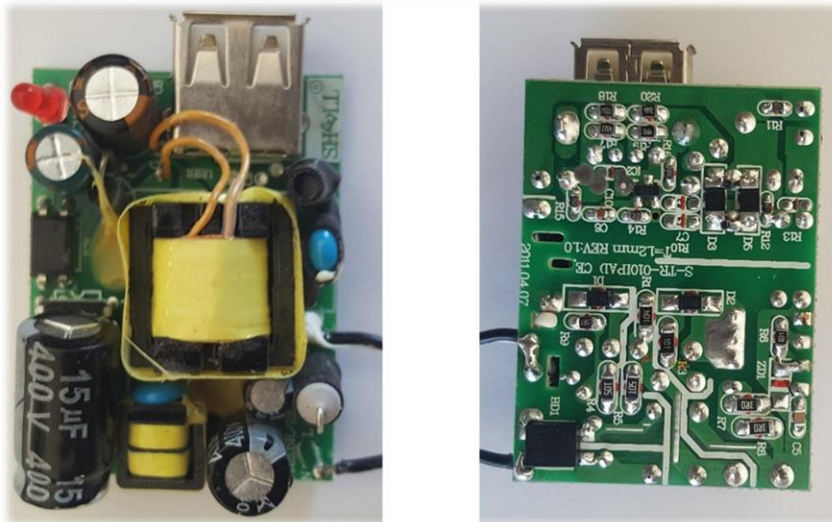


Abb. 22: Netzteil für den Raspberry Pi in der Vorder- und Rückansicht, Quelle: Eigene Darstellung.

Diverses Kleinmaterial

Neben den zuvor genannten Hardwarekomponenten werden noch zusätzliche Bauteile benötigt. Um das Informationsterminal auch vom Netz zu trennen ist ein dezidierter Ausschalter, welcher die Netzspannung von Monitor und Netzgerät des Raspberry Pi trennt, von Nöten. Dieser Schalter wird außen am Gehäuse angebracht. Ebenso wird eine Kaltgerätesteckverbindung für den Netzanschluss inkludiert, um mehrere einzelne Versorgungsleitungen zu vermeiden. Hinzu kommen zusätzliche Klemmverbindungen und Leitungen im Gehäuse.

Neben der erwähnten USB Steckverbindung wird auch ein HDMI Kabel für die Anzeigeverbindung zwischen Raspberry Pi und dem Monitor eingesetzt. Für die Pull Up Beschaltung der Betätigungstaster werden zwei 10 k Ω Widerstände verwendet. Um einer Zerstörung durch Kurzschluss des Einplatinencomputers bei falscher Konfiguration der Ein-Ausgänge vorzubeugen werden zwei zusätzliche 1 k Ω Widerstände benötigt. Eine Lochrasterplatine, einzelne Leitungen und eine zusätzliche 40-polige Buchsenleiste vervollständigen die GPIO Anschaltung am Raspberry Pi. Der Schaltungsaufbau ist im Abschnitt 7.2 dargestellt.

Im nachfolgenden Kapitel werden im Detail die Schritte und Maßnahmen für den Zusammenbau und Einbau dieser Komponenten in das eigens angefertigte Gehäuse beschrieben und mit Bildern verdeutlicht.

7 AUFBAU DER HARDWARE

7.1 Aufbau und Design des Gehäuses

Das Gehäuse-Design ist individuell mit dem Unternehmen abgestimmt worden. Anhand von Entwurfsskizzen wurde ein Gehäuse aus der Massiv-Holzart Buche angefertigt. Die Außenabmessungen des Gehäuses richten sich nach der Größe des Monitors und des eingesetzten Spionspiegels. Die Spiegelabmessungen von 650 mm Höhe, 450mm Breite und eine Glasstärke von 4mm sind ausreichend, um einen 21 Zoll Monitor dahinter zu positionieren. In Abbildung 23 sind die Entwurfsskizzen mit den einzelnen Details der zu gestalteten Kleinteile dargestellt.

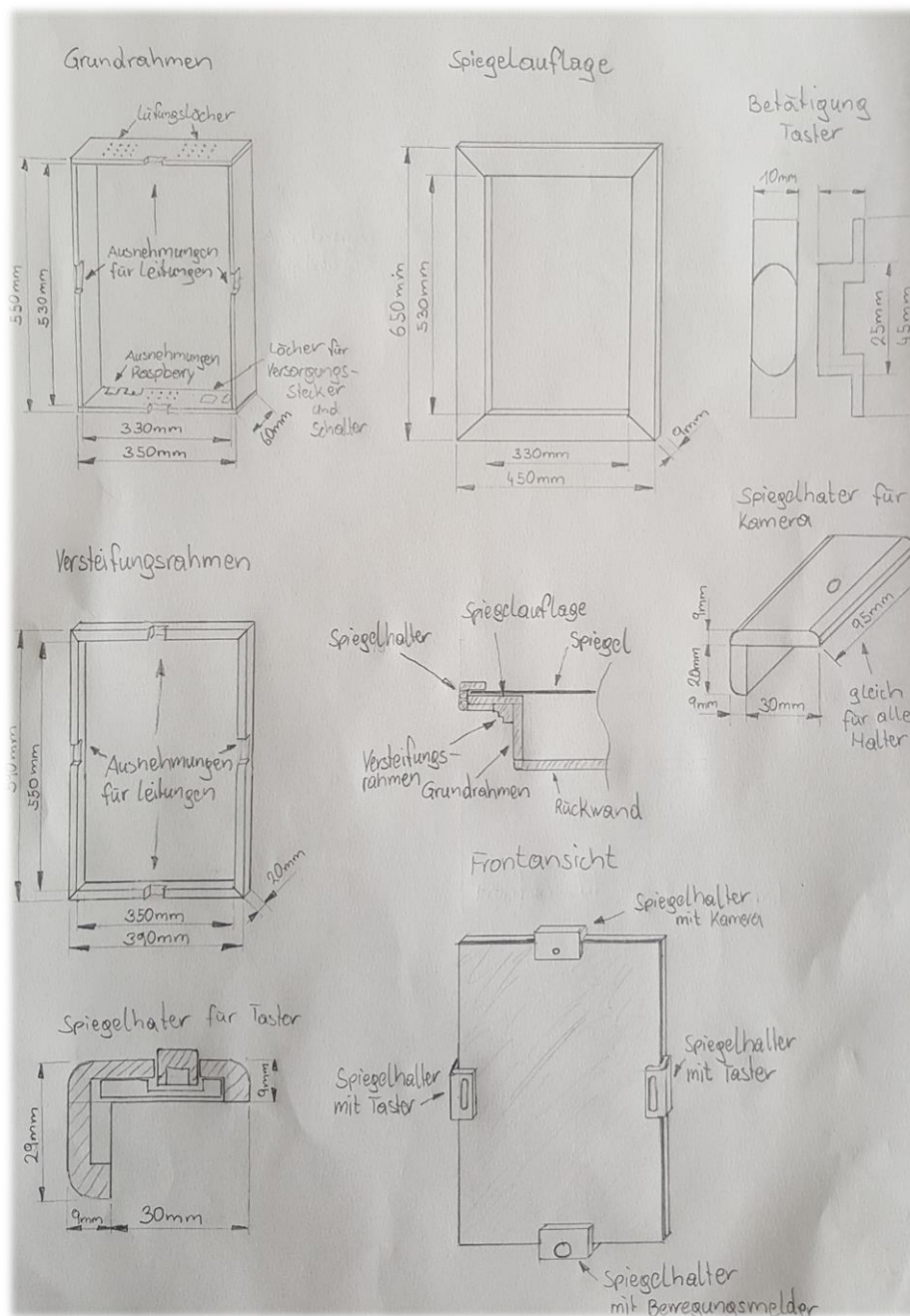


Abb. 23: Angefertigte Entwurfszeichnungen und Skizzen des Gehäuses, Quelle: Eigene Darstellung.

Um das Spiegelglas am Grundrahmen zu befestigen, wurden für die vier Seiten einzelne Haltewinkel angefertigt. Diese Haltevorrichtungen wurden so konzipiert, dass sie im zusammengebauten Zustand zugleich die zusätzliche Sensorik beherbergen. In Abbildung 24 sind die einzelnen Haltevorrichtungen mit den Ausnehmungen für die Sensorik dargestellt. Für den Bewegungsmelder und den Ultraschallsensor wurden separierte Halter angefertigt. So kann jene Variante der Distanzerfassung für die Aktivierung des Monitors gewählt werden, welche aufgrund der Umgebungsbedingungen besser funktioniert. Auch in der Abbildung ersichtlich sind die zusätzlich angefertigten Betätigungskappen für die eingesetzten Taster.

Spiegelhalter für die Rechte Seite mit Kappe für den Abbruchtaster



Spiegelhalter für die Oberseite mit der Ausnehmung für die Kamera



Spiegelhalter für die Linke Seite mit Kappe für den Bestätigungstaster



Spiegelhalter für die Unterseite mit der Ausnehmung für den Bewegungsmelder und zusätzlichen Abstandshalter



Rückseitige Halteplatte für den Raspberry PI



Alternativer Spiegelhalter für die Unterseite mit der Ausnehmung für den Ultraschallsensor

Abb. 24: Die einzelnen Haltevorrichtungen des Gehäuses, Quelle: Eigene Darstellung.

Das Grundgehäuse besteht, wie in den Entwurfsskizzen ersichtlich, aus drei einzelnen Rahmen, die zusammengefügt mit der Rückwand die Ausnehmung für den Monitor erzeugen. In Abbildung 25 sind die drei Rahmen bereits komplett fertig zusammengebaut mit der Rückwand dargestellt. Zusammen bilden diese Teile das Grundgehäuse, an dem die gefertigten Spiegelhalterungen an den vier Seiten angebracht werden. Auch ersichtlich sind die Ausnehmungen für den Raspberry Pi und die Lüftungsbohrungen auf der Unterseite des Gehäuses. Die Bohrungen für die Befestigung des Monitors, mittig in der Rückwand sind bereits vorhanden. Um die Leitungsführung für die zusätzliche Sensorik unsichtbar zu gestalten, wurde eine Auflage, an den vorgesehenen Stellen der Haltewinkel, mit Freistellungen für die Leitungsverlegung angebracht. Die Halteplatte für den Raspberry Pi ist in dieser Darstellung bereits an der dafür vorgesehenen Stelle, im Bild links unten, eingehängt. Für die Spannungsversorgung wurden die Ausnehmungen für einen Kaltgerätestecker und dem Hauptschalter auf der Unterseite gegenüber dem Raspberry Pi Halter positioniert.



Abb. 25: Grundgehäuse mit den einzelnen Ausnehmungen, Quelle: Eigene Darstellung.

Es wurde jener Teil, der nicht durch den Monitor beim Zusammenbau abgedeckt wird, zuvor mit matter schwarzer Farbe lackiert. So wird sichergestellt, dass keine störenden Umriss durch den Spiegel wahrnehmbar sind. Abbildung 26 zeigt das lackierte und komplett fertige Gehäuse. Um die Handhabung des fertigen Gerätes bei der Programmierung zu erleichtern, wurde ein zusätzlicher Ständer zur senkrechten Positionierung gebaut. Dadurch kann das Gerät, auch ohne Aufhängung an der Wand, stehend betrachtet und in Betrieb genommen werden.



Abb. 26: Zusammengebautes Gehäuse, Quelle: Eigene Darstellung.

7.2 Einbau elektronischer Komponenten

Als Erstes wurde die Spannungsversorgung für den Monitor und das Netzteil für den Einplatinenrechner in das Gehäuse eingebaut. Wie in Abbildung 27 zu sehen, wurde das Netzteil nahe dem Hauptschalter und der Steckverbindung für die Zuleitung befestigt. Durch die ebenfalls zu sehende Klemmverbindung ist die Aufteilung für die Monitorversorgung und das Netzteil erfolgt.

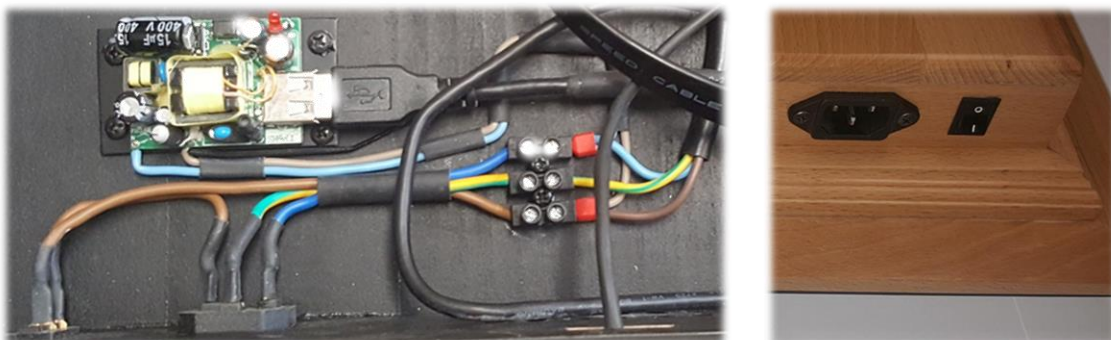


Abb. 27: Verdrahtung der Spannungsversorgung, Quelle: Eigene Darstellung.

Um die zwei Taster und den Bewegungsmelder am Raspberry Pi anzuschließen, wurde eine 40-polige Buchsenleiste, passend zu den GPIO Anschlüssen, auf eine Lochrasterplatine gelötet. Durch eine externe Pull-Up Beschaltung der beiden GPIO Eingänge für die Taster kann einem undefinierten Spannungspegel vorgebeugt werden. Diese Widerstandsbeschaltung ist ebenso auf der Lochrasterplatine untergebracht. Abbildung 28 zeigt den Anschlussplan mit der Beschaltung und Pinbelegung für die verwendeten Taster und den Bewegungsmelder zu der 40 poligen GPIO Anschlussleiste des Raspberry Pi.

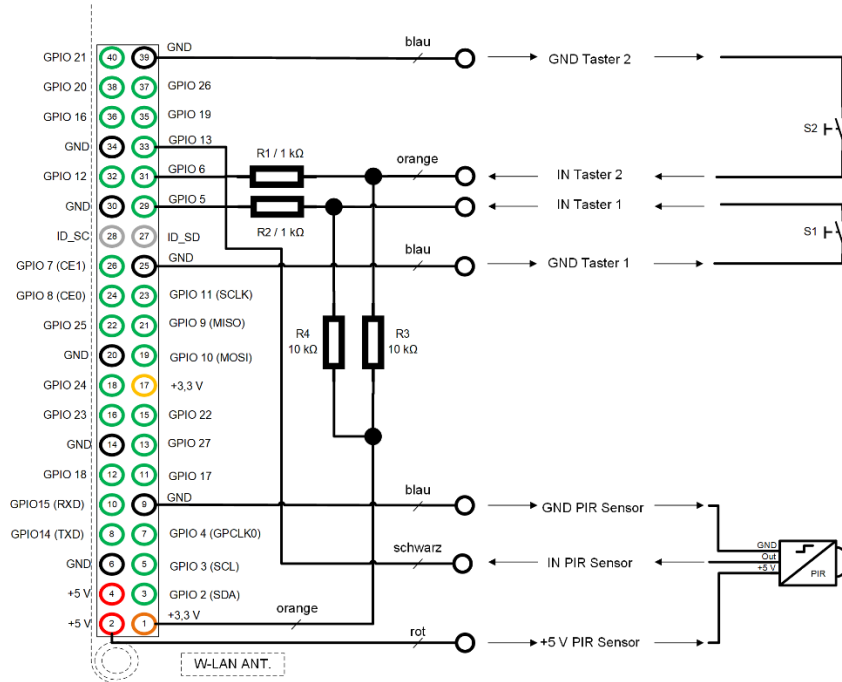


Abb. 28: Anschlussplan der GPIO Beschaltung, Quelle: Eigene Darstellung.

Durch die Verwendung einer separierten Lochrasterplatine mit dem passenden 40-poligen Anschluss bleiben die GPIO Anschlüsse am Raspberry Pi unberührt. Bei einer anderen Belegung oder zusätzlicher Sensorik kann die Lochrasterplatine schnell geändert werden. Abbildung 29 zeigt die angefertigte Lochrasterplatine von der Vorder- und Rückseite. Die längeren Signalwege wurden anhand von farblich gestalteten Leitungen ausgeführt. Dabei sind die Farben den Signalen, wie im Anschlussplan definiert, zugeordnet.

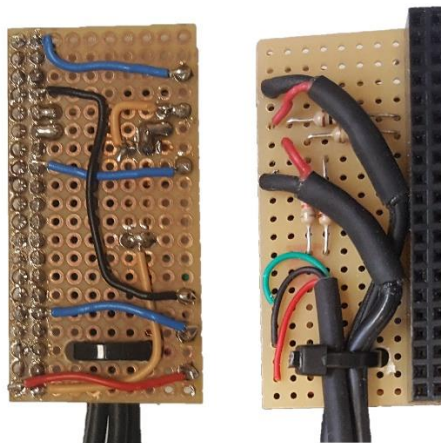


Abb. 29: Lochrasterplatine für die externe Sensorik, Quelle: Eigene Darstellung.

Aufgrund des Transistor-Transistor-Logik (TTL) Ausganges am PIR-Sensor ist hier keine zusätzliche Beschaltung mit Widerständen nötig. Der Sensor liefert, bei Erkennen einer Bewegung, 3,3 V am Signalausgang, ansonsten ist der Spannungspegel definiert 0 V. So kann dieser Sensor direkt an die GPIO Pins angeschlossen werden.

Die Zugänglichkeit zum Netzwerkanschluss und zu den USB Ports des Raspberry Pi ist durch die dafür vorgesehenen Ausnehmungen am Gehäuse gewährleistet. In Abbildung 30 ist der Einbau des Rechners mit der realisierten Aufsteckplatine für die Sensoren und die von außen zugänglichen Schnittstellen dargestellt.

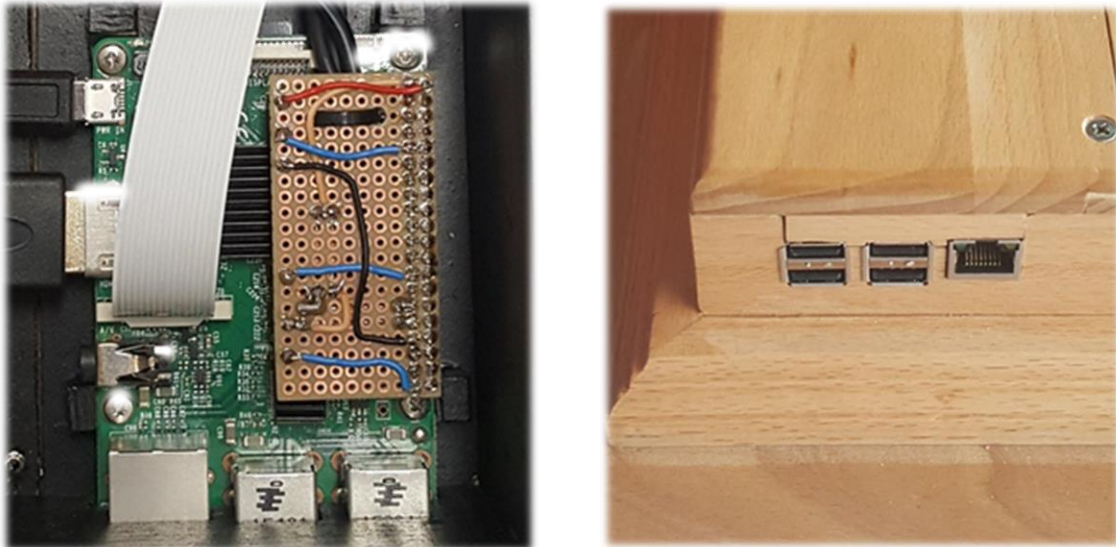


Abb. 30: Fertig eingebauter Einplatinenrechners, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Spiegelhalterungen mit der eingebauten Sensorik werden in Abbildung 31 gezeigt. Um Platz einzusparen, wurden die Anschlussleitungen für den Bewegungsmelder und die Taster direkt angelötet. Die Kamera wird durch den vorhandenen Anschluss und einer Flachbandleitung direkt zum Raspberry Pi und dessen CSI Port geführt.

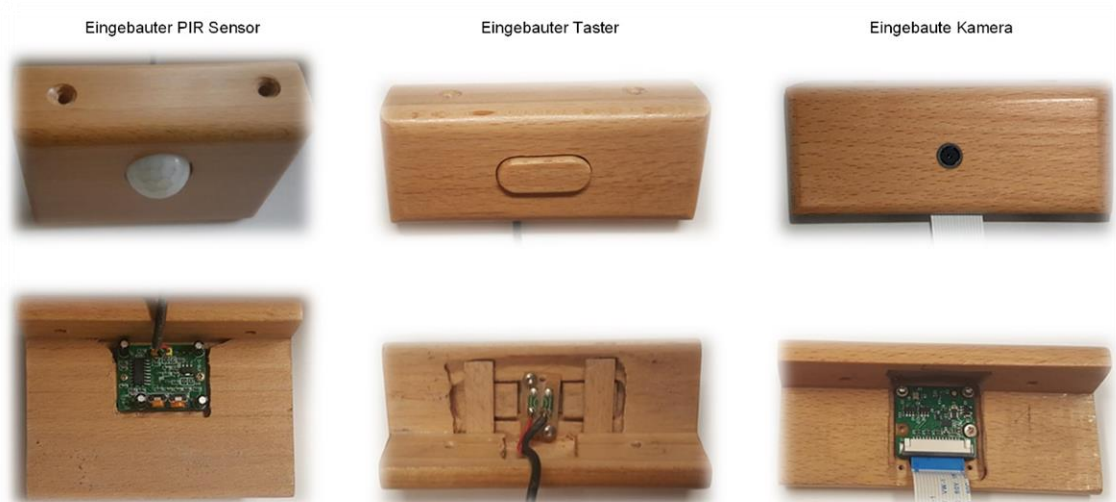


Abb. 31: Eingebaute Sensorik, Quelle: Eigene Darstellung.

Der Monitor wird anhand der gegebenen Befestigungsmöglichkeit und den angefertigten Bohrungen an die Gehäuserückwand geschraubt. Eine HDMI-Kabelverbindung und ein USB Kabel für die Spannungsversorgung des Raspberry Pi komplettieren die in Abbildung 32 gezeigte Verkabelung.

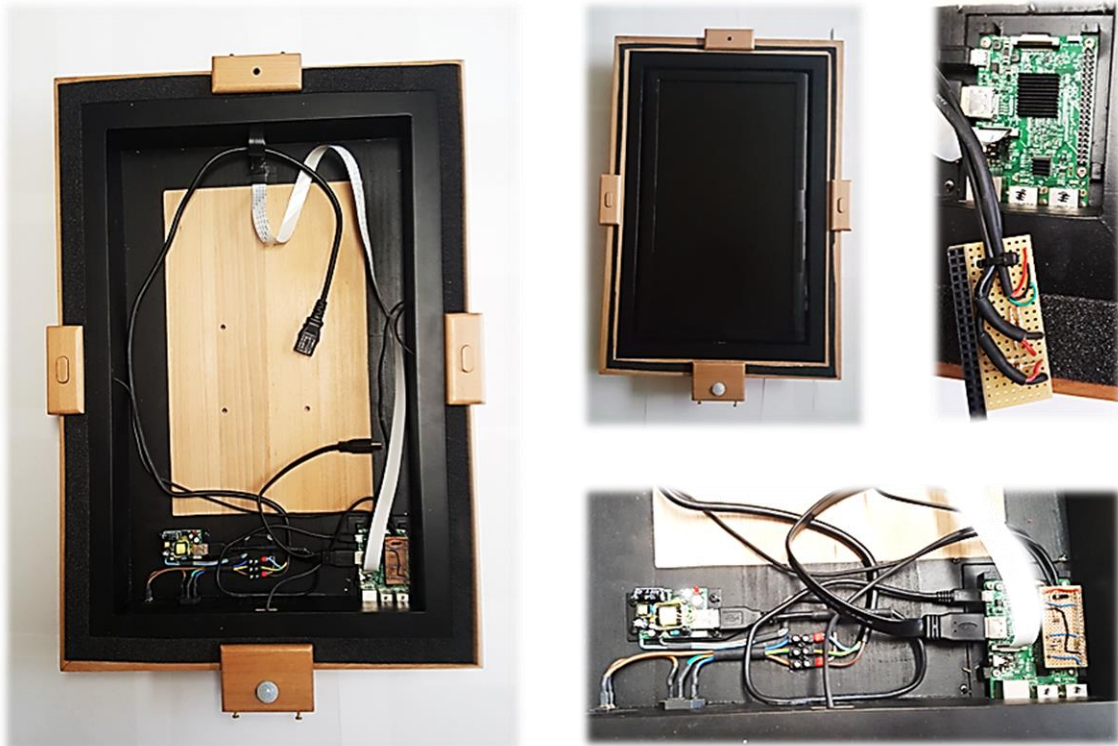


Abb. 32: komplett verkabeltes System, Quelle: Eigene Darstellung.

Nach dem Monitoreinbau muss der Spiegel, zwischen der Auflage und den gefertigten Haltern, wie in Abbildung 33 zu sehen, auf jeder Seite eingeklemmt werden. Nach dem Befestigen der Spiegelhalter ist das System komplett aufgebaut und einsatzbereit.



Abb. 33: Fertig zusammengebautes System, Quelle: Eigene Darstellung.

8 SOFTWARE UND PROGRAMMIERUNG

8.1 Softwarekomponenten

Durch den Einsatz des Raspberry Pi im erstellten Frontend sind viele Möglichkeiten gegeben, unterschiedlichste Softwarekomponenten zum Einsatz zu bringen. Anhand eines json Skript-Files erfolgt der Datenaustausch zu dem im Unternehmen eingesetzten Managementsystem. Dieses eingesetzte Datenaustauschformat ermöglicht es, am Raspberry Pi eigenständige Software ohne dezidierte Voraussetzungen für das Zusammenspiel mit dem Managementsystem einzusetzen. Bei der verwendeten Software für das realisierte System gilt es, vorrangig auf eine sehr gute Unterstützung im Internet und die entsprechenden Supportmöglichkeiten zu achten. Um eine rasche Umsetzung zu ermöglichen, sind die verwendeten Software Komponenten aus Open Sources Programmen mit entsprechender Lizenz zusammengestellt.

8.1.1 Betriebssystem

Der Raspberry Pi hat sich vom ursprünglichen simplen Bastelrechner für Lernzwecke zu einem sehr breit eingesetzten Werkzeug entwickelt. Dadurch sind viele meist auf Linux-Derivaten basierende Betriebssysteme im Einsatz.

Die Webseite www.raspberrypi.org stellt frei zum Download die offizielle Betriebssystemsoftware Raspbian zur Verfügung. Dieser Name setzt sich aus den Wörtern „Raspberry PI“ und „Debian“ zusammensetzt. Somit beruht dieses Betriebssystem für den Einplatinenrechner auf der Linux-Distribution Debian. Mittlerweile ist Raspbian in der Version 9, auch genannt Stretch, verfügbar.⁵⁰

Ein enormer Vorteil von Debian und somit auch von Raspbian sind zusätzliche Programme, welche nachträglich über den sogenannten Paketmanager installiert, aktualisiert oder auch entfernt werden können. Der Paketmanager schlüsselt alle weiteren Abhängigkeiten, Zugehörigkeiten und Softwarekomponenten zur einwandfreien Benutzung der Programme auf. Durch weitere Paketverwaltungstools werden die benötigten Softwareteile schnell und ohne weitere Suche automatisch installiert.⁵¹

Aufgrund der breiten Unterstützung für Raspbian in diversen Online-Foren und des Supports durch den Hersteller selbst, wird dieses Betriebssystem bei dem angefertigten Prototyp verwendet. Es sind unzählige Tutorials im Internet veröffentlicht, welche die Installation Schritt für Schritt und anhand von Bildern beschreiben. Die zuvor genannte offizielle Raspberry Pi Webseite stellt ebenso eine englischsprachige Kurzanleitung online zu Verfügung. Aus diesen Gründen wird eine Installation von Raspbian am Raspberry Pi in dieser Arbeit nicht mehr näher beschrieben.

⁵⁰ Vgl. Raspberry Pi Foundation (2017), Online-Quelle [10.9.2017].

⁵¹ Vgl. Kestel (2013), S. 121 f.

8.1.2 Zusätzliche Softwarepakete

Um ein effizientes Verwalten, Ändern und gegebenenfalls Programmieren der Softwarekomponenten für das System zu ermöglichen, werden die nachfolgend aufgeführten Softwaretools auf einem Windows Rechner benötigt.

- **PuTTY**
Unter Raspbian wird ein Secure Shell (SSH) Server standardmäßig installiert. So kann mittels eines Clients von einem anderen Rechner aus auf den Raspberry Pi zugegriffen werden. PuTTY stellt für Windows Rechner diesen SSH-Client als Konsole zu Verfügung. Bei neueren Betriebssystemversionen muss für diese Verbindung der SSH-Server am Raspberry Pi aktiviert werden. Die Aktivierung kann im Desktop unter Menü, Einstellungen, Raspberry Pi Konfiguration und dem Reiter Schnittstellen erfolgen, oder unter der Linux-Shell kann die gleiche Raspberry Pi Konfiguration mit dem Befehl `sudo raspi-conf` aufgerufen werden.
- **VNC Viewer**
Genauso wie der SSH-Server ist bei der aktuellen Version von Raspbian ein Virtual Network Computing (VNC) Server vorinstalliert. Anhand eines VNC Viewers kann die gesamte Desktop Umgebung des Raspbian Betriebssystems am Windows Rechner dargestellt und damit auch gearbeitet werden. Da der VNC-Server nicht standardmäßig eingeschaltet ist, muss dieser in der Raspberry Pi Konfiguration gleich dem SSH-Server aktiviert werden.
- **Notepad ++**
Dieses frei erhältliche Programm ist eine erweiterte Version des bekannten Windows Notepad. Durch farbliche Darstellung, korrekten Einrückungen und einige weitere Funktionen bei der Darstellung von Textdateien, kann dieses Tool für Änderungen und Programmierarbeiten verwendet werden.
- **Eclipse**
Dieses Programm ist eine vollständige, unter Open Source Lizenz stehende Programmier- bzw. Entwicklungsumgebung. Dabei werden durch eine Vielzahl von Plugins Programmiersprachen wie Java, PHP oder Python unterstützt. Durch einen skalierbaren und leistungsschonenden Aufbau ist dieses Entwicklungstool bei einer großen Anzahl an Betriebssystemen einsetzbar.⁵² Eclipse kann bei diesem Projekt als optionaler Zusatz und Erweiterung zu dem zuvor aufgeführten Notepad++ angesehen werden. Die derzeit aktuellste Version mit dem Namen Oxygen kann auf der offiziellen Webseite „www.eclipse.org“ heruntergeladen werden.

⁵² Vgl. Wolmeringer/Klein (2006), S. 18 f.

Da das Betriebssystem am Raspberry Pi allein nicht ausreicht um eine Gesichtserkennung mit der installierten Kamera durchzuführen und geforderte personenbezogene Daten zu visualisieren, sind für den Einplatinenrechner noch folgende Softwarekomponenten nötig.

- **Open Source Computer Vision Library (OpenCV)**
Diese Programmbibliothek beinhaltet eine Sammlung an Softwaretools, aufgliedert in verschiedene Module. Ursprünglich von Intel entwickelt, beinhaltet sie neben mathematischen Methoden und Filtern zur Bildberechnung und Aufbereitung auch die Möglichkeit, eine Gesichtserkennung zu realisieren. Neben diesen Softwarekomponenten sind auch noch Module für maschinelles Sehen, Gestenerkennung, Bewegungserkennung und zusätzliche Tools für die breitgestreute visuelle Verarbeitung in OpenCV integriert.⁵³
Diese umfangreiche Sammlung von Software bietet viele Möglichkeiten für die Verarbeitung von visuellen Daten. Die wichtigsten Parameter und Einstellungen bezüglich der Gesichtserkennung werden im Abschnitt 8.2 erläutert. Eine detaillierte Beschreibung zur Anwendung dieser Bibliothek wäre zu umfangreich für diese Arbeit und wird nicht weiter verfolgt.
- **Software Paket MagicMirror**
Dieses von Michael Teeuw erstellte Softwarepaket ist eine komplette Umgebung für die Visualisierung von einzelnen Softwarepaketen. Dabei wird das Framework Electron für die Einbettung des Programmcodes in eine Browserumgebung am Raspberry Pi angewandt. Durch eine große Menge an zusätzlich erhältlichen Modulen und die einfache Einbindung in die Anwendung kann eine Personalisierung dieser Software einfach stattfinden. Durch die Quelloffenheit und die Möglichkeit, eigene Module (mit Hilfe der ausführlichen Modul-Entwicklungsdokumentation) zu programmieren, stellt diese Software eine gute Basis für das zu realisierende System dar.⁵⁴
- **Samba Dateiserver**
Mit diesem Softwarepaket kann auf einem Linux System eine Netzwerkfreigabe für Windows Rechner anhand des Server-Massage-Block Protokolls (SMB) erstellt werden. So können Skripte und Dateien, unter der Voraussetzung einer Netzwerkverbindung, auf einem Windows Rechner bearbeitet, kopiert und mit dem Linux System ausgetauscht werden.⁵⁵

⁵³ Vgl. Wienke (2008), Online-Quelle [30.10.2017], S. 1 f.

⁵⁴ Vgl. Teeuw (2017), Online-Quelle [10.11.2017]..

⁵⁵ Vgl. Follmann (2014), S. 43.

8.2 Softwareinstallation

Für die nachfolgenden Installationen der verschiedenen Softwarepakete wird ein funktionierendes Raspbian in der neuersten Version und eine Internetverbindung vorausgesetzt. Die aufgeführten Befehle sind - sofern nicht explizit angegeben - für die Linux-Shell-Texteingabe bestimmt.

8.2.1 Installation Samba Server

Für ein erleichtertes Dateihandling zwischen dem Raspberry Pi und einem Windows Rechner werden die Samba Dateiserver Softwarepakete mit dem folgenden Befehl installiert.

```
sudo apt-get install samba samba-common
```

Dadurch werden die zwei grundlegenden Softwarepakete für den Samba Server am Raspberry Pi installiert. Im gleichen Zuge wird mit dieser Installation eine Konfigurationsdatei für den Server mit dem Namen `smb.conf` am Raspberry Pi im Ordner `/etc/samba/` angelegt. Da diese vorinstallierte Konfigurationsdatei viele unübersichtliche Grundeinstellungen anbietet, ist es empfehlenswert, diese als Sicherung umzuspeichern und eine neue Konfigurationsdatei zu erstellen.

Das Aufrufen und Editieren der Konfigurationsdatei erfolgt mit dem Befehl

```
sudo nano /etc/samba/smb.conf
```

Dabei wird der integrierte Editor des Linux-Systems mit der zu bearbeiteten Datei im Konsolenfenster geöffnet. Nun kann die Konfiguration, welcher Ordner freigegeben werden soll, erfolgen. Es müssen in der Konfigurationsdatei die angeführten Zeilen eingetragen werden.

```
[global]
workgroup = WORKGROUP
security = user
encrypt passwords = yes
```

```
[home]
path=/home/pi/
browsable=yes
writable=yes
only guest=no
create mask=0777
directory mask=0777
public=yes
```

Durch diese Einträge wird der Ordner `pi` im `home` Verzeichnis freigegeben. Nach dem Speichern dieser Datei muss noch die Berechtigung des freizugebenden Ordners angepasst werden, dies erfolgt mit den Befehlen

```
sudo chmod 777 /home/pi
sudo chown root:root /home/pi
```

Nach dem Neustart des Samba Dienstes mit den Befehlen

```
sudo service smbd restart
sudo service nmbd restart
```

muss noch ein Samba Passwort eingerichtet werden. Die Passwortvergabe für den Benutzer kann mit dem folgenden Befehl ausgeführt werden.

```
sudo smbpasswd -a pi
```

Direkt nach diesem Befehl wird das Passwort eingegeben und durch eine Wiederholung bestätigt. Nach diesen Schritten kann auf den freigegebenen Ordner mit einem Windows Rechner und dem Explorer, durch Eingabe von IP, Benutzernamen und Passwort, zugegriffen werden.

8.2.2 Installation OpenCV

Es stehen verschiedene Versionen dieser Software als Download im Internet zu Verfügung. Für die Gesichtserkennung wurde die OpenCV Version 3.0.0 installiert. Um OpenCV lauffähig am Raspberry Pi zu installieren, sind vor der eigentlichen Installation einige zusätzliche Softwarepakete und Ausführungsschritte notwendig. Da OpenCV erst für den Raspberry Pi kompiliert werden muss und entsprechende Python Bindungen aufweist, ist es notwendig, Python zu installieren bzw. zu überprüfen, ob eine Version davon bereits installiert ist. Hierfür sind die Befehle `python` bzw. `python3` im Terminalfenster einzugeben. Wird nach diesen Eingaben keine Versionsnummer, sondern nur ein Fehler angezeigt, muss Python nachinstalliert werden. Mit dem folgenden Befehl werden die beiden Python Versionen 2.7 und 3 auf den Raspberry Pi nachinstalliert.

```
sudo apt-get install python2.7-dev python3-dev
```

Nach der Python Installation können die weiteren Softwarepakete installiert werden. Unter diesen Paketen befinden sich Komponenten für das Lesen und die Handhabung von unterschiedlichen Bild- und Videoformaten, sowie grundlegende Entwicklertools für das Kompilieren. Außerdem werden Bibliotheken für mathematische Operationen und die ressourcenschonende Nutzung des Raspberry Pi mit OpenCV zur Anwendung gebracht.

Installation der Entwicklertools

```
sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config
sudo apt-get install libgtk-3-dev libgtk2.0-dev
```

Installation der Bild Komponenten

```
sudo apt-get install libjpeg-dev libtiff5-dev libjasper-dev libpng12-dev
```

Installation der Video Komponenten

```
sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-dev
sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev
```

Installation der mathematischen Bibliotheken und Zusatzkomponenten

```
sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
cd ~ && wget https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py && sudo python get-pip.py
pip install numpy
```

Nach Hinzufügen der einzelnen Bibliotheken kann die eigentliche Installation von OpenCV erfolgen. Dazu wird die gepackte OpenCV Datei mit der entsprechenden Versionsnummer aus dem Internet auf den Raspberry kopiert und anschließend entpackt. Die Befehlszeilen dazu lauten:

```
wget -O opencv_contrib.zip
https://github.com/Itseez/opencv_contrib/archive/3.0.0.zip
wget -O opencv.zip https://github.com/Itseez/opencv/archive/3.3.0.zip
unzip opencv.zip
unzip opencv_contrib.zip
```

Die gepackten Dateien „opencv.zip“ und „opencv_contrib.zip“ können nach erfolgreicher Installation z.B. in der Raspbian GUI im Dateixplorer wieder gelöscht werden. Da die Software zuerst kompiliert werden muss, ist es nötig, einen Ordner für die Built Dateien zu erstellen. Dieser Ordner befindet sich direkt im OpenCv Verzeichnis. Der Befehl zum Erstellen dieses Ordners lautet:

```
cd ~/opencv && mkdir build && cd build
```

Zugleich wird mit diesem Befehl direkt in den erstellten Ordner gewechselt. Jetzt kann mit dem Befehl `cmake` und den aufgeführten Definitionen der Built- Prozess für die Kompilierung durchgeführt werden.

```
cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \
-D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \
-D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON \
-D INSTALL_C_EXAMPLES=ON \
-D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=~/opencv_contrib/modules \
-D BUILD_EXAMPLES=ON ..
```

Nach einigen Minuten ist dieser Prozess abgeschlossen und die erforderliche Kompilierung kann mit dem Befehl `make` gestartet werden. Die Kompilierung selbst dauert bis zu vier Stunden. Zwar könnte diese durch Einsatz mehrerer Rechenkerne mit dem Zusatz `-j` und Anzahl der Kerne beim `make` Befehl beschleunigt werden, es hat sich allerdings gezeigt, dass es bei mehreren im Einsatz befindlichen Rechenkernen bei diesem Vorgang immer wieder zum Absturz des gesamten Systems kommt und der Prozess von neuem gestartet werden muss. Nach erfolgreicher Kompilierung kann die Installation von OpenCV mit dem Befehl:

```
sudo make install && sudo ldconfig
```

erfolgen. Nach rund einer Minute ist OpenCV vollständig installiert und kann in den Python Scripts mit „`import cv2`“ verwendet werden. Weitere Hilfestellungen für den Umgang mit OpenCV bietet die Online Dokumentation direkt auf der Homepage dieser Software⁵⁶.

⁵⁶ Vgl. OpenCV Foundation (2017), Online-Quelle [2.11.2017].

8.2.3 Installation der MagicMirror Grundsoftware

Die beschriebenen Installations- und Einstellungsschritte beziehen sich auf die Online Dokumentation dieser Software. Diese ist auf der entsprechenden GitHub Internetseite veröffentlicht.⁵⁷

Die grundlegende Installation der MagicMirror Software für den Raspberry Pi ist durch einen zu Verfügung gestellten automatischen Installer sehr einfach. Durch die Eingabe von

```
bash -c "$(curl -sL https://raw.githubusercontent.com/MichMich/MagicMirror/master/installers/raspberry.sh)"
```

startet der Installationsprozess und fügt alle Komponenten und Bibliotheken automatisch hinzu. In dieser Installation sind bereits Grundmodule inkludiert. Neben dem Modul für die Uhrzeit, das aktuelle Wetter und die Wettervorhersage sind auch die Module für Termine, Komplimente, News Feed, Alarmmanagement und Hello World bereits integriert.

Die Fertigstellung der Installation, ergibt im Terminalfenster die Meldung.

```
„Run DISPLAY=:0 npm start from the ~/MagicMirror directory to start your MagicMirror“
```

Nun müssen noch Einstellungen am Raspberry Pi modifiziert werden. Da der eingebaute Monitor vertikal genutzt wird, muss die Bildschirmausgabe gedreht werden. Hierzu wird im `boot` Ordner die `config.txt` Datei um die die Zeile „`display_rotate=1`“ erweitert.

Eine weitere Einstellung ist das Deaktivieren des Bildschirmschoners. Der Bildschirmschoner wird in der Datei `lightdm.conf` im Ordner `etc/lightdm` mit dem zusätzlichen Eintrag „`xserver-command=X -s 0 -dpms`“ deaktiviert.

Der WLAN Adapter des Raspberry Pi ist standardmäßig mit einem Energiesparmodus versehen. Das hat zur Folge, dass bei längerer Zeit ohne Netzwerkaktivität das WLAN am Raspberry ausgeschaltet wird. Da dies mitunter zu Problemen mit der MagicMirror Software führt, wird der Energiesparmodus in der Datei `interfaces` im Ordner `etc/network/` mit der zusätzlichen Zeile „`wireless-power off`“ direkt unter dem Eintrag „`iface wlan0 inet manual`“ abgeschaltet.

Um die Software automatisch zu starten, wird ein Startskript benötigt. Hier gibt es mehrere Möglichkeiten. Es kann der PM2 Prozess Manager für Node.js Anwendungen installiert werden oder ein Skript in die bestehende Autostart-Routine eingehängt werden. Bei beiden Varianten muss ein neues Scriptfile erstellt werden. Dies erfolgt mit:

```
cd ~
nano mirrorstart.sh
```

Da der Texteditort mit diesem Befehl gestartet wird, können direkt danach die folgenden Zeilen ins File eingetragen werden.

```
cd ~/MagicMirror
DISPLAY=:0 npm start
```

⁵⁷ Vgl. Teeuw (2017), Online-Quelle [10.11.2017].

Das Skript mit Strg + O speichern und den Editor mit Strg + X beenden. Um keine weiteren Softwarepakete für die Autostartfunktion installieren zu müssen, wird das erstellte File in die bestehende Autostart-Routine eingehängt. Dazu wird das File `autostart` im Ordner `/home/pi/.config/lxsession/LXDE-pi` geöffnet und der Eintrag `@/home/pi/mirrorstart.sh`

in die nächste freie Zeile hinzugefügt und abgespeichert. Nach dem Neustart des Raspberry Pi ladet die MagicMirror Software automatisch und die typische Modulansicht wird im eingestellten Hochformat angezeigt.

8.2.4 Installation der benötigten Zusatzmodule

Wie bereits erwähnt, bietet die MagicMirror Grundsoftware die Möglichkeit, zusätzliche Funktionen als Module hinzuzufügen. Es gibt bereits eine große Auswahl an Modulen, die auf der GitHub Seite zum Download bereitstehen. Für die Installation müssen die Module in den dafür vorgesehenen Ordner am Raspberry Pi geklont werden. Das Verzeichnis, in die alle Module hinzugefügt werden müssen, lautet `/home/pi/MagicMirror/modules`. Für das Erfassungsterminal werden in diesem Ordner zusätzlich zur Grundausstattung folgende Module benötigt:

- **MMM-Facial-Recognition und MMM-Facial-Recognition-Tools.**
Diese Module sind für die Gesichtserkennung mit dem Raspberry Pi Kamera Modul und der Software OpenCV notwendig. Die Installation dieser beiden Module erfolgt durch

```
Git clone https://github.com/paviro/MMM-Facial-Recognition.git  
Git clone https://github.com/paviro/MMM-Facial-Recognition-Tools.git
```
- **MMM-Buttons**
Hier besteht die Möglichkeit, an die GPIO Schnittstelle angeschlossene Taster einzulesen und entsprechende Aktionen zu setzen. Die Installation erfolgt mit den Anweisungen:

```
git clone https://github.com/Jopyth/MMM-Buttons.git  
cd MMM-Buttons  
npm install
```
- **MMM-PIR-Sensor**
Um das angeschlossenen PIR Sensorsignal für die Aktivierung des Monitors zu verwenden, wird dieses Modul herangezogen. Die Eingaben zur Installation lauten:

```
git clone https://github.com/paviro/MMM-PIR-Sensor.git.  
cd MMM-PIR-Sensor  
npm install
```
- **MMM-iFrame**
Mit Hilfe dieses Modules kann eine Verbindung zu einem Webserver oder zu Webcontent erstellt werden. Dies erfolgt durch:

```
Git clone https://github.com/alberttwong/MMM-iFrame.git
```

- **MMM-ProfileSwitcher**

In Zusammenhang mit der Gesichtserkennung können mit diesem Modul die unterschiedlichen Profile für die zu erkennenden Personen angelegt und verwaltet werden. Zusätzlich kann dadurch die Kommunikation zu anderen Modulen mit eindeutiger Kennung aufgebaut werden. Auch hier startet der Klonvorgang mit dem Befehl:

```
git clone https://github.com/tosti007/MMM-ProfileSwitcher.git
```

- **MagicMirror-Module-Template**

Diese Vorlage enthält die notwendigen Grundstrukturen für die Erstellung von eigenen Zusatzmodulen. Es wird ebenfalls zu den Modulen am Raspberry Pi in dem dafür vorgesehenen Ordner mit folgendem Befehl geklont:

```
git clone https://github.com/roramirez/MagicMirror-Module-Template.git
```

Um die GPIO Schnittstellen mit den Modulen des PIR Sensors und der Tasten zu nutzen, muss der angemeldete Benutzer in die Benutzerrechte für den Zugriff auf die Schnittstelle eingetragen werden.

```
sudo usermod -a -G gpio pi
```

Da der PIR Sensor das HDMI Signal des Raspberry Pi aus- und einschalten soll, muss auch hier die Berechtigung mit dem aufgeführten Befehl erteilt werden:

```
sudo chmod u+s /opt/vc/bin/tvservice && sudo chmod u+s /bin/chvt
```

Nach diesen Schritten sind im Ordner `/home/pi/MagicMirror/modules` alle zusätzlichen Module in einem eigenen Ordner vorhanden. Um die Module zu aktivieren, muss ein Neustart des Raspberry Pi mit `sudo reboot` erfolgen.

8.3 Adaption und Parametrierung

Durch die durchgeführten Installationen sind alle Module auf der Speicherkarte des Raspberry Pi vorhanden. Die Beschreibung der Einstellungen für die einzelnen Module und eine ausführliche Dokumentation für die Erstellung eigener Module im Zusammenhang mit der Modulvorlage wird auf der GitHub Internetseite und zusätzlich in jedem Modulordner als `README.md` Datei bereitgestellt⁵⁸.

8.3.1 Einbinden der zusätzlich installierten Module

Um die einzelnen Module zu nutzen, werden diese in der MagicMirror Konfiguration hinzugefügt, und es werden die grundlegenden Einstellungen getroffen. In jedem Modulordner befindet sich eine `README.md` Datei. In dieser Datei sind die modulspezifischen Einstellungsmöglichkeiten detailliert beschrieben. Die Konfigurationsdatei für das Hinzufügen der Module befindet sich im Ordner `/home/pi/MagicMirror/config`.

Für die Bearbeitung dieser Konfigurationsdatei wird der bereits installierte Samba Server, siehe Abschnitt 8.2.1, zur Anwendung gebracht. So kann die Datei `config.js` mit einem Windows Rechner über den Explorer und dem Notepad++ geöffnet werden. Dadurch ist eine übersichtlichere Darstellung und die erleichterte Bearbeitung dieser Einstellungsdatei gegeben. Um Module zu aktivieren müssen diese in der `config.js` Datei unter der Zeile `modules`: wie in Abbildung 35 eingetragen werden.

```
modules: [
  {
    module: 'module name',
    // Notwendiger eindeutiger Modulname

    position: 'position',
    // Verschiedene Positionen stehen zu Auswahl
    // siehe auch: https://github.com/MichMich/MagicMirror

    header: 'optional header',
    // Wenn vorhanden, wird dieser Name oberhalb des Moduls angezeigt

    classes: 'Benutzer'
    // Hier werden alle Benutzer bei denen das Modul
    // angezeigt werden soll eingetragen
    // Dieser Parameter wird erst bei der Installation des
    // MMM-ProfileSwitcher aktiv
    // Details siehe README.md Datei von ProfilSwitcher

    config: {
      extra option: 'value'
      // Wenn vorhanden können hier weitere Einstellungen
      // speziell für das Modul erfolgen
    }
  },
  // Eintrag weiterer Module nach dem gleichem Prinzip
  {
    module: 'Platzhalter',
    position: 'Platzhalter',
    header: 'Platzhalter',
    classes: 'Platzhalter'
    config: {
      // siehe README.mf Datei des jeweiligen Modules
    }
  }
]
```

Abb. 34: Vorlage Moduleinstellungen in der `config.js` Datei, Quelle: Eigene Darstellung.

⁵⁸ Vgl. Teeuw (2017), Online-Quelle [10.11.2017].

Auf alle speziellen Einstellungen der Module in der `config.js` Datei wird in dieser Arbeit aufgrund des Umfangs und der bereits erwähnten sehr ausführlichen Dokumentation nicht näher eingegangen. Im Anhang dieser Arbeit finden sich weitere beschriebene Moduleinstellungen. Lediglich der Modulaufruf im Zusammenhang mit der Gesichtserkennung wird hier näher betrachtet.

Das MMM-Facial-Recognition Modul arbeitet im Hintergrund. Dadurch entfallen, wie in Abbildung 35 zu sehen, jegliche Grundeinstellungsvarianten wie Position, Benutzerklassen und Beschriftung. Es sind für die durch OpenCV angewendeten Algorithmen auch die Schwellwerte einzutragen. Je niedriger diese Werte gewählt werden, desto eindeutiger ist die Erkennung bis zu einem positiven Ergebnis. Jedoch kommt es bei zu niedrigen Werten dazu, dass bereits angelernte Personen nicht mehr eindeutig erkannt werden, somit sollte die individuelle Modulkonfiguration wie dargestellt erfolgen. Der Eintrag für die BenutzerInnen erfolgt in der Zeile `users:`, nur die Personen, die dort eingetragen sind, können bei den anderen Modulen für die BenutzerInnen in der `classes:` Zeile verwendet werden.

```
{
  module: 'MMM-Facial-Recognition',
  config: {
    recognitionAlgorithm: 1,
    // Durch OpenCV zu Verfügung gestellte
    // Algorithmen zur Bildberechnung 1=LBPH | 2=Fisher | 3=Eigen

    lbphThreshold: 80,
    fisherThreshold: 250,
    eigenThreshold: 3000,
    // Schwellwerte für die Gesichtserfassung mit den Algorithmen bis zu
    // einer positiven Gesichtserkennung

    useUSBCam: false,
    // wenn eine USB Kamera anstelle des
    // Raspberry Pi Kamera Modules verwendet wird

    trainingFile: '/home/pi/MagicMirror/MMM-Facial-Recognition-Tools/training.xml',
    // der Pfad für das anlernen und trainieren der Benutzer
    // Beinhaltet alle angelernt/antrainiert Benutzer

    interval: 1,
    // Erfassungsinterfall in Sekunden

    logoutDelay: 10,
    // Zeitverzögerung in Sekunden,
    // wenn kein Gesicht erkannt wird erfolgt ein Logout nach dieser Zeit
    // nach Logout ist der Default Benutzer aktiv

    users: ['Manuel G', 'Gregor R', 'Gregor W'],
    // Liste aller Benutzer die erkannt werden
    // Achtung! Benutzer nur gültig wenn er angelernt/antrainiert wurde

    defaultClass: 'default',
    // Wenn kein Benutzer erkannt wurde ist dieser Aktiv

    everyoneClass: 'everyone',
    // ist für jeden angelernten Benutzer aktiv
    // jedoch nicht für default

    welcomeMessage: true
    // bei positiver Erkennung wird der eingelernte Namen kurz angezeigt
  }
}
```

Abb. 35: Moduleinstellungen für die Gesichtserkennung in der `config.js` Datei, Quelle: Eigene Darstellung.

8.3.2 Anlernen und Testen der Gesichtserkennung

Um die Gesichtserkennung zu verwenden, müssen die zu erfassenden Personen für das OpenCV Programm angelernt werden. Diesem Zweck dienen drei Python Hilfsprogramme, die sich im Ordner `/home/pi/MagicMirror/Modules/MMM-Facial-Recognition-Tools` befinden. Diese Zusatzprogramme sind zum Anlegen, Testen und zum Trainieren der zu erkennenden Personen für die OpenCV Software. Auch ist der Unterordner `/training_data` enthalten. Dieser Ordner beinhaltet alle aufgenommenen Vergleichsbilder, aufgeschlüsselt mit den eingetragenen Namen oder ID als Unterordner. Bei erstmaligem Verwenden dieser Programme müssen die vorhandene `training.xml` Datei und eventuell vorhandene Ordner mit Vergleichsbildern gelöscht werden.

Mit dem Ausführen von `capture.py` wird der Aufnahmeprozess für die Vergleichsbilder gestartet. Dieser Prozess kann mit dem Terminalfenster und der Eingabe von

```
python capture.py
```

oder mit dem VNC Viewer mit Doppelklick auf die Datei und Bestätigung für „Im Terminal ausführen“ gestartet werden. Zuvor muss jedoch die laufende MagicMirror Anwendung beendet werden. Dafür im VNC Viewer mit der „alt“ Taste das Browser Menü aufrufen und unter dem Reiter „Datei“ die Anwendung mit „quit“ beenden. Nach dem Ausführen von `capture.py` muss im Terminalfenster, wie Abbildung 36 zeigt, die Auswahl der Kamera erfolgen. Da Bilder nicht importiert, sondern aufgenommen werden, ist hier die Auswahl 1 zu treffen und mit Enter zu bestätigen. Danach muss ein eindeutiger Personennamen oder eine ID eingegeben und bestätigt werden. Jetzt ist das Programm bereit, Vergleichsbilder aufzunehmen und in den Ordner mit dem eingegebenen Namen oder ID abzuspeichern.

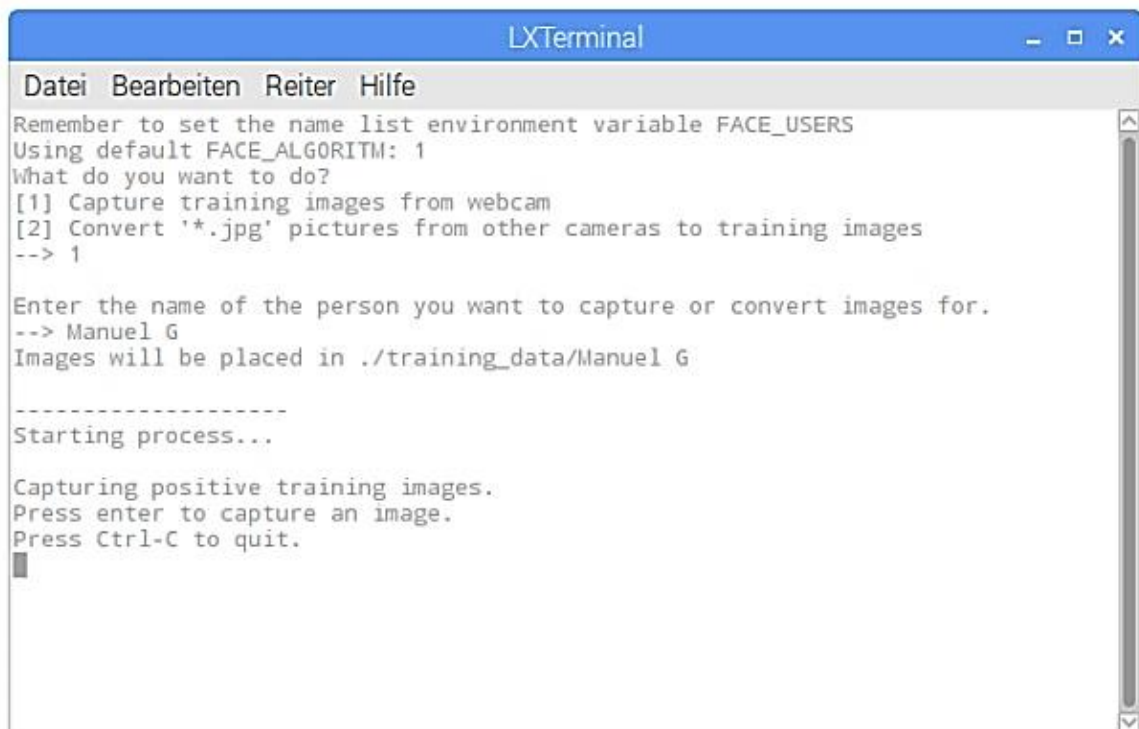


Abb. 36: Anzeige des Terminalfensters bei der Vergleichsbildaufnahme, Quelle: Eigene Darstellung.

Für die Aufnahme der Vergleichsbilder und eine bestmögliche Erkennungsrate ist es wichtig, das System mit der installierten Kamera bereits an dem in Betracht gezogenen Erfassungsort zu positionieren. So werden bereits die dort herrschenden Licht- und Umgebungsverhältnisse bei den Vergleichsbildern berücksichtigt. Auch im Hintergrund platzierte Bilder mit Gesichtern können zu einer negativen Erkennung führen und sollten am Aufstellungsort im Blickfeld der Kamera vermieden werden.

Für die Aufnahme der Vergleichsbilder erscheint ein Positionsfenster mit dem Kamerabild in der oberen Hälfte am Monitor des Spiegels, jedoch nicht in der VNC Anzeige. Nun muss die zu erfassende Person sich so vor dem System positionieren, dass ihr Gesicht in diesem Fenster mittig Platz findet. Mit der Entertaste können nun Fotos gespeichert werden. Die Gesichtserkennungssoftware braucht mehrere Bilder mit verschiedenen Gesichtsausdrücken, um die eindeutigen Merkmale daraus abzuleiten. Die Bilderanzahl sollte im Bereich von 15 Bildern und mehr liegen. Tabelle 7 führt mögliche Aufnahmevarianten für die Vergleichsbilder auf.

Mögliche Aufnahmevarianten		
Blick hinauf	Blick zur linken Seite	Blick zur unteren rechten Ecke
Blick hinunter	Blick zur oberen rechten Ecke	Blick zur unteren linken Ecke
Blick zur rechten Seite	Blick zur oberen linken Ecke	Gesicht leicht schräg nach rechts
Blick geradeaus, lachend mit offenem Mund	Blick geradeaus mit offenem Mund	Blick geradeaus mit geschlossenem Mund
Blick geradeaus, lachend mit geschlossenem Mund	Gesicht leicht schräg nach links	Blick geradeaus Mund gespitzt

Tab. 7: Mögliche Aufnahmevarianten für Vergleichsbilder, Quelle: Eigene Darstellung.

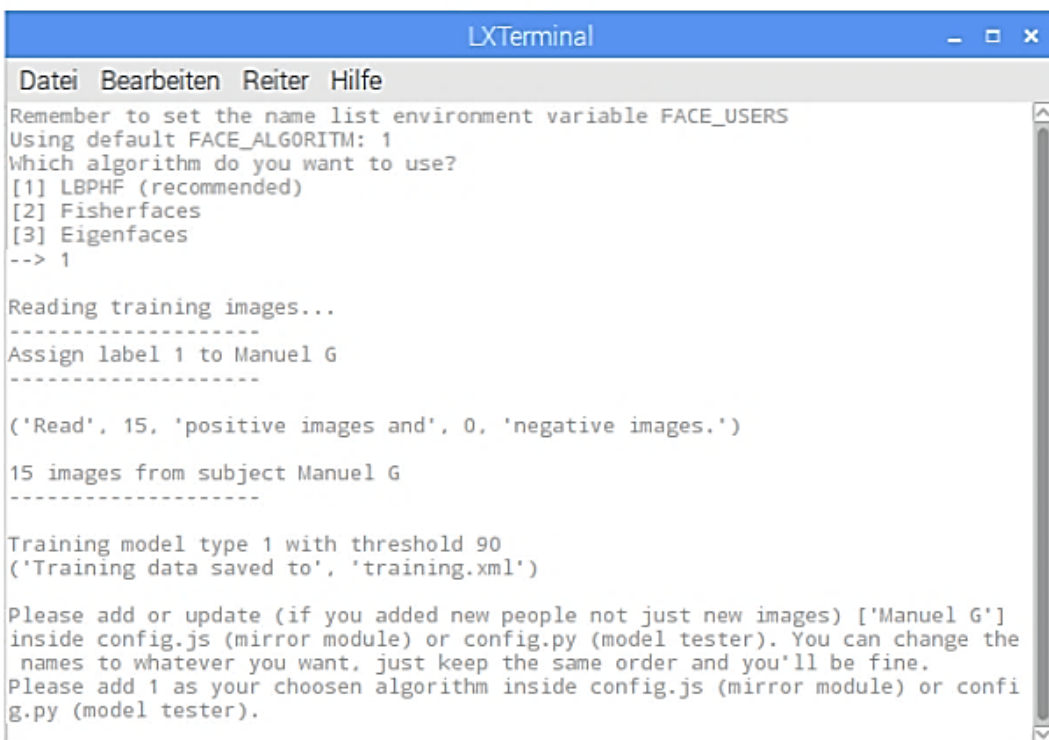
Wenn die Bilder gemacht wurden, kann im VNC-Viewer mittels Strg+c die Bildaufnahme beendet werden. Im Unterordner `/training_data` werden alle gemachten Bilder in einem Ordner mit dem zuvor eingegebenen Namen abgespeichert. Eine Betrachtung kann mit dem Explorer und dem Samba Dienst am Windows Computer sowie einer Bildbearbeitungssoftware wie Gimp oder direkt am Raspberry Pi mit dem VNC-Viewer und dem vorhandenen Linux Bildbetrachter erfolgen.

Es sollten die erstellten Bilder in diesem Ordner auf Tauglichkeit für die Gesichtserkennung geprüft werden. Alle aufgenommenen Bilder sollten die Augen, sowie Mund und Nase vollständig beinhalten. Sind unvollständige Bilder, wie abgeschnittene Gesichtsaufnahmen oder verschwommene Konturen vorhanden, können diese gelöscht werden. Mit dem Wiederholen des Befehles `capture.py` und der Eingabe der bereits vorhandenen eindeutigen Kennzeichnung, können weitere Bilder hinzugefügt werden.

Nach dem Aufnehmen der Vergleichsbilder kann das zweite Zusatzprogramm zum Anlernen der Merkmale ausgeführt werden. Durch Eingabe des Befehles

```
python train.py
```

startet das Trainingskript. Mit der Zahleneingabe 1 und Bestätigung wird das Anlernen gestartet. Je nach Anzahl der aufgenommenen Bilder und der angelegten Personen kann dieser Vorgang bis zu einer Minute dauern. Ist der Anlernprozess beendet wird automatisch eine `training.xml` Datei im Ordner `/home/pi/MagicMirror/Modules/MMM-Facial-Recognition-Tools` abgespeichert. Diese Datei enthält die berechneten Merkmale in Matrixform für die OpenCV Software. Abbildung 37 zeigt das Terminalfenster nach erfolgtem Anlernprozess. Nach Durchführung werden alle eingelesenen Bilder sowie angelegte Personen und ein Hinweis für die durchzuführenden Aktivitäten in der Konfigurationsdatei der Magic Mirror Software angezeigt.



```
LXTerminal
Datei Bearbeiten Reiter Hilfe
Remember to set the name list environment variable FACE_USERS
Using default FACE_ALGORITHM: 1
Which algorithm do you want to use?
[1] LBPHF (recommended)
[2] Fisherfaces
[3] Eigenfaces
--> 1

Reading training images...
-----
Assign label 1 to Manuel G
-----

('Read', 15, 'positive images and', 0, 'negative images.')

15 images from subject Manuel G
-----

Training model type 1 with threshold 90
('Training data saved to', 'training.xml')

Please add or update (if you added new people not just new images) ['Manuel G']
inside config.js (mirror module) or config.py (model tester). You can change the
names to whatever you want, just keep the same order and you'll be fine.
Please add 1 as your chosen algorithm inside config.js (mirror module) or confi
g.py (model tester).
```

Abb. 37: Anzeige des Terminalfensters nach erfolgtem Anlernen, Quelle: Eigene Darstellung.

Ist der Anlernprozess beendet, kann mit dem dritten Python Hilfsprogramm `facerecognition.py` die Gesichtserkennung getestet werden. Um den Test durchzuführen, sind in der Konfiguration des Hilfsprogrammes die gleichen Namen oder ID's einzutragen, welche beim Bildaufnahmeprozess bereits vergeben wurden. Wichtig ist hier, unbedingt die gleiche Reihenfolge, wie im Terminalfenster für den Trainingsprozess als Hilfestellung angezeigt wird, einzuhalten. Die Konfiguration für das Hilfsprogramm `config.py` ist im Ordner `/home/pi/MagicMirror/Modules/MMM-Facial-Recognition-Tools/lib`. Durch das Öffnen mit Nodepad++ können die Änderungen erfolgen.

In der `config.py` Datei des Testprogrammes sind in der Zeile mit `users` = die Namen oder ID's, einzutragen. Abbildung 38 zeigt die Passage mit dem relevanten Eintrag für die vorzunehmenden Änderungen.

```
if ('FACE_USERS' in os.environ):
    u = os.environ['FACE_USERS']
    users = u.split(',')
    print(users)
else:
    # NOTE: Substitute your own user names here. These are just
    # placeholders, and you will get errors if your training.xml file
    # has more than 10 user classes.
    users = ["Manuel G"]
    print('Remember to set the name list environment variable FACE_USERS')

# Edit the values below to configure the training and usage of the
# face recognition box.
if ('FACE_ALGORITHM' in os.environ):
    set_recognition_algorithm(int(os.environ['FACE_ALGORITHM']))
    print("Using FACE_ALGORITHM: {}".format(RECOGNITION_ALGORITHM))
```

Abb. 38: Benutzereintrag in die Konfiguration des Testprogrammes, Quelle: Eigene Darstellung.

Nach dem Speichern und Beenden dieser Konfiguration kann das Testprogramm im Terminal mit dem Befehl

```
python facerecognition.py
```

ausgeführt werden. Am Monitor wird das gleiche Fenster wie bei der Bildaufnahme angezeigt. Positioniert sich eine bereits angelernte Person vor den Spiegel, wird bei positiver Übereinstimmung ein Vorlagenbild dieser Person in einem separaten Fenster mit zugehöriger Benennung angezeigt. Erfolgt keine positive Erkennung, müssen die Vergleichsbilder kontrolliert werden und eventuell weitere Bilder als Vorlagen aufgenommen werden. Nach dem Wiederholen des Trainingsprogrammes kann auch das Testprogramm zur Kontrolle neu gestartet werden.

Tragen weitere Bilder nicht zum gewünschten Ergebnis bei, sollten die Lichtverhältnisse überprüft werden. Wenn die Lichtverhältnisse ungünstig sind, können erzeugte Schatten ebenso zur negativen Gesichtserkennung führen. Abhilfe kann eine leicht veränderte Position des Systems bringen.

Ist eine eindeutige Erkennung gegeben, können weitere Personen auf dieselbe Art und Weise für das System angelernt werden.

8.3.3 Verwaltung der Module der erkannten Personen

Da das System für jede erkannte Person allgemeine Inhalte und zusätzlich personenbezogene Informationen darstellen soll, müssen den Softwaremodulen die entsprechenden Namen oder ID's zugeteilt werden. Diese Verwaltung ermöglicht es, unterschiedliche Informationen den Personen bereitzustellen oder eigene Module aufzurufen und anzuzeigen. Dazu dient der `classes` Eintrag bei jedem Modul in der `config.js` der MagicMirror Software, siehe auch Abschnitt 8.3.1.

Um unterschiedliche Konfigurationen für verschiedene Personen bei einem Modul zu verwirklichen, muss dieses Modul unter dem Eintrag `modules` mehrfach aufgerufen werden. Bei jedem Aufruf können eigenständige Konfigurationen geladen werden.

In Abbildung 39 wurden die Einstellungen für das Kalendermodul für die Personen mit den Namen Manuel G und Gregor W konfiguriert. Dabei werden getrennte Kalender bei Erkennung der Personen angezeigt. Zusätzlich wird für alle aufgeführten Personen der Urlaubskalender unter den individuellen Kalendereinträgen getrennt angezeigt.

```
{
  module: 'calendar',
  header: 'Termine Manuel G',
  position: 'top_left',
  classes: 'Manuel G', // Benutzer Manuel G
  config: {
    calendars: [
      {
        symbol: 'calendar',
        maximumEntries: 4,
        maximumNumberOfDays: 1,
        url: 'https://calendar.google.com/calendar/ical/***.ics'
        // !*** sind nur Platzhalter

        auth: {
          user: 'Benutzername',
          pass: 'Passwort',
          // ! Benutzername und Passwort durch richtigen Login ersetzen

          method: 'basic'
        }
      }
    ]
  }
},
{
  module: 'calendar',
  header: 'Termine Gregor W',
  position: 'top_left',
  classes: 'Gregor W', // Benutzer Gregor W
  config: {
    calendars: [
      // Eintrag gleich wie zuvor mit eigener URL und Login für Gregor W
      {
        // ...
      }
    ]
  }
},
{
  module: 'calendar',
  header: 'Urlaubskalender',
  position: 'top_left',
  classes: 'Manuel G Gregor W', // Kalender für Manuel G und Gregor W
  config: {
    calendars: [
      // Eintrag gleich wie zuvor mit allgemeiner URL und Login des Urlaubskalender
      {
        // ...
      }
    ]
  }
},
}
```

Abb. 39: Aufruf mehrerer Kalender für unterschiedliche Personen, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Aufrufe bei anderen Modulen sind, ausgenommen den eigenständigen Modulkonfigurationen, gleich zu realisieren. Werden für einzelne Personen oder Gruppen individuelle Einstellungen benötigt, muss der Aufruf des Modules in der `config.js` Datei wiederholt und mit den unterschiedlichen Konfigurationen parametrisiert werden. Anhand der Einträge in die `classes` Zeile kann die personenbezogene Informationsgestaltung erfolgen. Die zusätzlich zu treffenden Einstellungen sind in den `README.md` Dateien des Modules selbst detailliert beschrieben.

8.4 Softwaremodul für die Zeiterfassung

Für die Zeiterfassung wird ein eigenständiges Modul für die MagicMirror Software erstellt. Zu diesem Zweck wird die existierende Vorlage `MagicMirror-Module-Template` im Ordner `Modules` verwendet und unter Zuhilfenahme der Programmierumgebung Eclipse abgeändert.

Für die Erstellung von eigenen Modulen gibt es eine ausführliche Onlinedokumentation mit dem Namen „MagicMirror² Module Development Documentation“. In dieser Dokumentation sind die einzelnen Hierarchien, Datentypen und etwaige Anforderungen mit Anwendungsbeispielen detailliert beschrieben.⁵⁹

Durch die Verwendung der Vorlage werden auch die allgemeinen Einstellungen für den Aufruf und die Verwaltungsmöglichkeit des Moduls übernommen. So kann dieses Modul, gleich wie die bereits existierenden, verwendet und aufgerufen werden. Das Modul wird `WorkTimeTracking` genannt.

8.4.1 Anforderungen an das Modul

Die Grundanforderungen für die Visualisierung sind das Anzeigen von Kommen oder Gehen, die aktuelle Zeit und das vorhandenen Zeitsaldo für die erkannte Person. Zusätzlich sollen der Zeitstempel und die Personenkennung in die `timedata.json` Datei geschrieben werden. Nachdem eine positive Gesichtserkennung stattgefunden hat, wird dieses File automatisch erstellt und zum bestehenden Managementsystem übertragen. Abbildung 40 zeigt den definierten Aufbau des `timedata.json` Files. Die bestehende Management Software liest das File aus und trägt die Daten in die verwendete SQL Datenbank ein. Durch die gesendeten Daten und die eindeutige Kennung kann das Managementsystem die erforderlichen, personenbezogenen Informationen bereitstellen.

```
{
  "user": [
    {
      "name" : "Manuel G",
      "ID" : null,
      "Login": [
        {
          "unamename" : "korrekter Login",
          "PW" : "pw"
        }
      ]
    }
  ],
  "timestring" : [
    {
      "time": "hh:mm:ss",
      "Day" : "yy:mm:dd"
    }
  ],
  "Kommen": true,
  "Gehen" : false,
  "terminalID" : "001",
  "companyID" : "001"
}
```

Abb. 40: Grundlegender Aufbau der Datenaustausch Datei, Quelle: Eigene Darstellung.

⁵⁹ Vgl. Teeuw (2017), Online-Quelle [10.11.2017].

Das Bereitstellen der Informationen erfolgt durch eine eigene Webapplikation, die direkt in das Webend der Managementsoftware integriert wird. Dadurch kann das realisierte System die personalisierte Informationsanzeige über ein Webfenster ermöglichen.

Das Modul MMM-iFrame, Installation siehe Abschnitt 8.2.4, kann diese Bedingung erfüllen. Dieses Modul stellt ein Fenster für die Anzeige von Webinhalten zu Verfügung. Es muss die korrekte URL bei den Moduleinstellungen in der `config.js` Datei der MagicMirror Software eingetragen werden.

Da Personen mehrmals täglich erfasst werden können, aber nicht jede Erfassung selbst zugleich ein Stempelintrag ist, sind zusätzliche Abfragen und Bestätigungen bei mehrfachem Kommen oder Gehen notwendig. Dazu werden die aufgebauten Taster als Abfragen mit dem Modul MMM-Buttons für die MagicMirror Grundstruktur in die Software integriert. Der rechte Taster ermöglicht die Funktion als Bestätigungstaste und der linke fungiert als Abbruchtaste.

8.4.2 Zeiterfassungsablauf

Im Unternehmen ist eine einheitliche Gleitzeitvereinbarung aktiv. Diese gibt eine Kernzeit von 9 Uhr bis 15 Uhr vor und einen Gleitzeitrahmen von 6:30 Uhr bis 9 Uhr bzw. 15 Uhr bis 17 Uhr. Eine Erkennung außerhalb des Gleitzeitrahmens ist nicht durchzuführen. Sollten Arbeitszeiten außerhalb dieser Arbeitszeit liegen, sind diese gesondert mit den Vorgesetzten abzustimmen und im Managementsystem nachzutragen.

Die Abläufe in der Software sind:

- **Kommen**
Das tägliche erstmalige Einstempeln "Kommen" im Gleitzeitrahmen von 6.30 Uhr bis 9:00 erfolgt automatisch, es ist nur ein Abbruch innerhalb des Erkennungszeitraumes möglich.
- **Gehen**
Wurde eingestempelt und eine neuerliche Erkennung erfolgt im Gleitzeitrahmen von 15 Uhr bis 18 Uhr, erfolgt ein automatisches Ausstempeln „Gehen“. Ein Abbruch des Stempelvorganges innerhalb des Erkennungszeitraumes ist möglich.
- **Mehrmalige Erkennung**
Bei einer zweiten Erkennung vor 15 Uhr ist von einem Gehen auszugehen, jedoch erfordert dieser Stempelvorgang eine zusätzliche Bestätigung innerhalb des Erkennungszeitraumes, sonst wird dieser Zeiteintrag nicht durchgeführt. Erfolgt ein erneutes Kommen am selben Tag ist ebenso eine zusätzliche Bestätigung notwendig um den Zeiteintrag durchzuführen. Wird lediglich eine Informationsanzeige ohne Zeiteintrag benötigt, kann ein Buchungsabbruch mit der entsprechenden Taste erfolgen.
- **Fehlende Erkennung**
Erfolgt keine zweite Erkennung an diesem Tag bis 23:59 Uhr wird automatisch ein Zeiteintrag mit Gehen durchgeführt. Eine Kennzeichnung der fehlenden Buchung erfolgt im Managementsystem und kann dort nachgetragen werden.
Wird erstmalig eine Erkennung nach 15 Uhr durchgeführt, wird von einem Gehen ausgegangen. Im Managementsystem erfolgt eine Kennzeichnung des fehlenden „Kommen“ Eintrages. Dieser kann nachgetragen werden.

Die Anzeige der personenbezogenen Informationen erfolgt nach der durchgeführten Zeiterfassung bzw. deren Abbruch. So besteht die Möglichkeit, mehrmals die Informationen ohne Zeiteintrag am System abzurufen.

8.5 Aufbau der Visualisierung

Durch die Verwendung der MagicMirror Software ist der Aufbau für die Visualisierung bereits vorgegeben. Die Darstellung mit schwarzem Hintergrund ist für eine Anzeige hinter einem Spionspiegel optimiert. Anpassungen der Schriftgrößen oder Arten können in den einzelnen Cascading Style Sheets (CSS) vorgenommen werden. Als Grundlayout werden die vorhandenen Default Module für Uhrzeit, Wetter, Kalendereinträge und Kurznachrichten verwendet. Wie in Abbildung 41 zu sehen, ist die Darstellung für die Zeiterfassung sehr einfach gehalten und nur mit Text realisiert. Die Projektinformationen werden direkt unter den Zeiteinformationen dargestellt. Die linke Darstellung in der Abbildung zeigt den Zeiterfassungsvorgang, im rechten Teil werden die zusätzlichen personenbezogenen Informationen nach dem Stempelvorgang angezeigt.

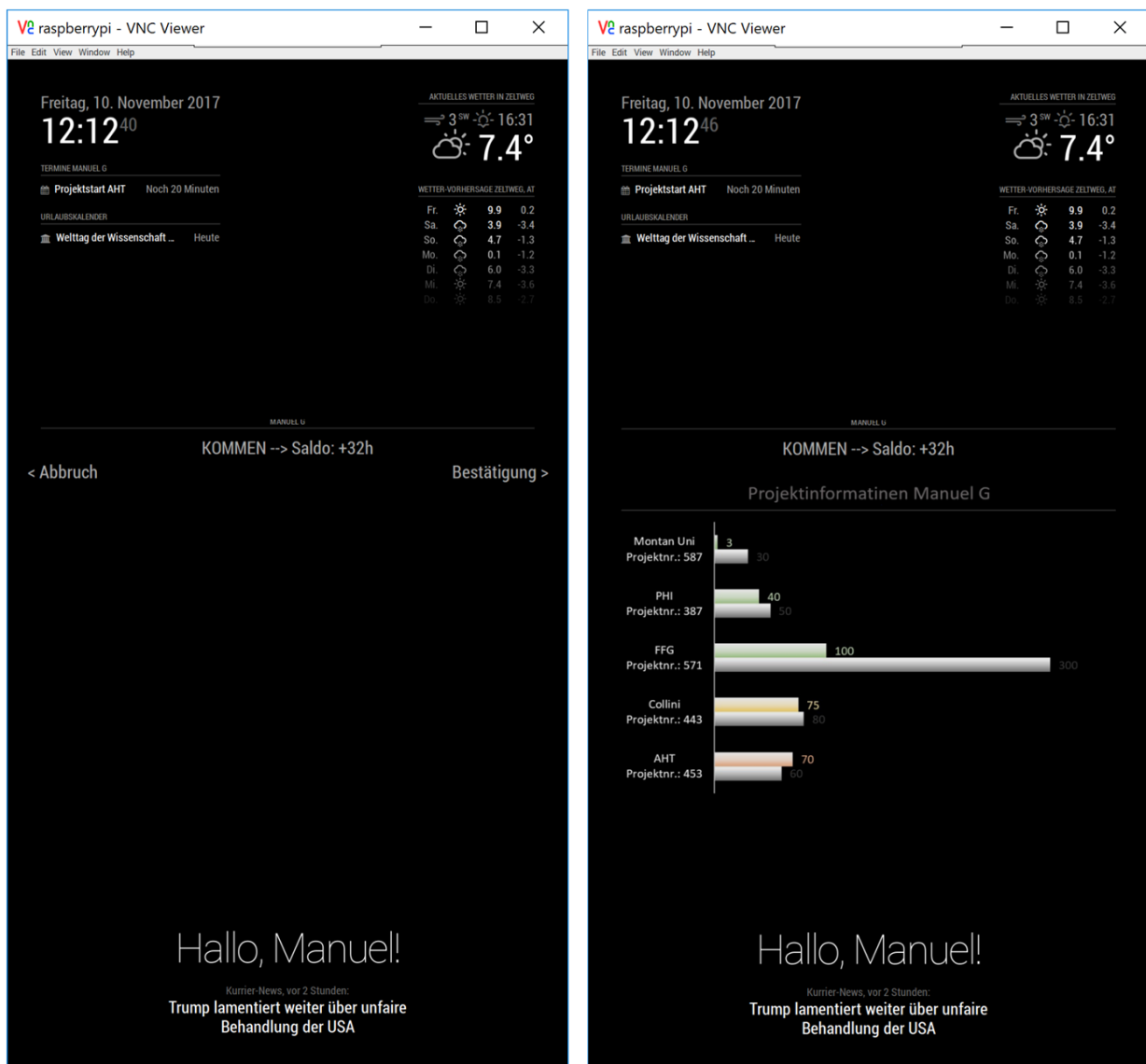


Abb. 41: Darstellung der Daten am realisierten System, Quelle: Eigene Darstellung.

9 TEST DES SYSTEMS

9.1 Inkludieren der Hardware im eigenen Unternehmen

Nach den Einverständniserklärungen der firmenangehörigen Personen wird das angefertigte Gerät für den Testbetrieb im Unternehmen neben dem bestehenden Zeitterminal positioniert. Die zu erfassenden Personen wurden für die Gesichtserkennung wie in Abschnitt 8.3.2 beschrieben angeleitet. Nach dem Erteilen der Berechtigungen für die einzelnen Module und dem Verbindungsaufbau zum Managementsystem wird eine kurze Einweisung über die Handhabung für die MitarbeiterInnen abgehalten. In Abbildung 42 ist der Geräteaufstellungsort im Unternehmen neben dem Zeitterminal ersichtlich. Auch zu sehen ist eine Demo-Visualisierung mit dem Firmenlogo bei nichterkannten Personen.



Abb. 42: Aufstellungsort im Unternehmen, Quelle: Eigene Darstellung.

9.2 Verbesserungspotenziale

Durch den Aufbau und den ersten Test des Systems im Unternehmen haben sich einige zu verbessernde Punkte herauskristallisiert. Auch von den Mitarbeitern selbst wurden Verbesserungsvorschläge und weitere Möglichkeiten für die dargestellten Informationen angesprochen und aufgezeigt. Diese Ideen und Verbesserungen sind zusammengefasst unter den nachfolgenden Punkten aufgelistet und beschrieben.

- Darstellungen bei ungünstigen Lichtverhältnissen erschwert ablesbar
Bedingt durch den Einsatz des Spionspiegels kommt es bei starker Beleuchtung im Aufstellungsbereich des Terminals zu Ableseproblemen. Nachdem die Helligkeit des Monitors auf das Maximum gestellt wurde, ist eine geringfügige Verbesserung feststellbar. Beim eingesetzten Spiegel wurde ein Transmissionswert von 3% und einem Reflexionsgrad von 60 % gewählt. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Transmission also die Lichtdurchlässigkeit von 3% für den eingesetzten Monitor zu gering ist. Der Hersteller bietet ein Spiegelglas mit einem erhöhten Transmissionswert von 8% für einen Austausch an. Der Austausch sollte Abhilfe für dieses Problem schaffen.
- Wandbefestigung des Gerätes
Als Verbesserungsvorschlag wurde eine standardisierte Möglichkeit für die Befestigung des Terminals aufgezeigt. Es wurden Befestigungslöcher laut Video Electronics Standards Association (VESA) Norm in die Rückseite des Gerätes gebohrt und mit Einschlagmuttern versehen. Dieser Standard legt die Lochabstände für Befestigungen von Fernsehgeräten und Monitore fest, so können die unterschiedlichsten im Handel erhältlichen Montagehalter für Flachbildfernseher zur Wandbefestigung verwendet werden. Bilder dieser Installation sind im Anhang.
- System auch als internes Nachrichtensystem nutzen
Die Möglichkeit, allgemeine Benachrichtigungen der Geschäftsführung nicht nur über E-Mail zu versenden, sondern diese auch gezielt den Mitarbeitern bei Arbeitsbeginn ins Gedächtnis zu rufen, wurde als weitere Option und Erweiterung genannt. Hierbei sollen Kurznachrichten wie etwa „Neues ISO 9001 Zertifikat erhalten“ oder „Betriebsausflug nicht vergessen“ für eine bestimmte Dauer dargestellt werden. Über eine Weboberfläche oder direkt im Managementsystem soll für einen festgelegten Personenkreis die Eingabemöglichkeit von diesen Nachrichten ermöglicht werden.
- Möglichkeit einer eigenen Zusammenstellung der Informationen
Dieser Vorschlag bezieht sich auf die persönlichen Einstellungen für die angezeigten Projektinformationen. Da sich der Informationsgehalt von Person zu Person unterscheidet, ist der Vorschlag für eine selbstständige, variable Konfiguration direkt im Managementsystem als Zusatz eingebracht worden.
- Gestensteuerung
Um eine weitere Interaktion mit dem Gerät bereitzustellen, soll eine einfache Gestenerkennung ermöglicht werden. Durch Austausch des installierten Bewegungsmelders auf Ultraschallsensoren könnten einfache zweidimensionale Bewegungen erkannt werden. So

könnten mehrere Informationen und Nachrichten auf Seiten verteilt dargestellt und durch berührungsloses Umblättern angezeigt werden.

- BenutzerInnenverwaltung verbessern

Die Einstellungen für die erkannten Personen am System selbst werden mit den beschriebenen Zugriffsvarianten, sowie der Verwaltung und dem Anlernprozess für die Gesichtserkennung, in den Abschnitten 8.3.2 und 8.3.3 beschrieben, ermöglicht. Hierbei wird die `config.js` Datei für die jeweilige Person angepasst. Als Verbesserung wurde hier eine Verwaltung über eine Datenbank und eine einfache Weboberfläche vorgeschlagen. Dieser Vorschlag ist mit großem Aufwand verbunden und muss zuvor auf generelle Umsetzbarkeit geprüft werden.

- Nutzung als Maschinenterminal

Als weiteren Einsatzbereich für die erstellte Anzeige wurde ein Vorschlag für die Umsetzung als Maschinenterminal genannt. Dabei könnte ein Monitor mit Gesichtserkennung als Login bei Fertigungsmaschinen fungieren. Mit positivem Login könnten Informationen über zu fertigende Teile, Verschleißdaten der Werkzeuge oder andere Betriebsdaten bereitgestellt werden. In wie weit diese Möglichkeit als Einsatzgebiet besteht, soll mit potenziellen Kunden gemeinsam diskutiert werden.

- Alexa Sprachsteuerung

Den MitarbeiterInnen im Unternehmen ist bekannt, dass am Raspberry Pi auch die Alexa Sprachsteuerung integriert werden kann. Somit wurde als Anregung die Integration dieser Sprachsteuerung angesprochen. Es gibt auch bereits ein entwickeltes Modul für die MagicMirror Grundsoftware, dass die Alexa Sprachsteuerung integriert. Hardwaretechnisch kann die Nutzung durch ein zusätzlich anzuschließendes Mikrofon umgesetzt werden. Die Sprachausgabe würde über die HDMI Verbindung und den bereits vorhandenen Lautsprecher des Monitors erfolgen. Zu beachten gilt, dass diese Software eine andauernde Verbindung zum Alexa Voice Service von Amazon benötigt und somit eine Internetverbindung aufzubauen ist. Hier ist es notwendig, bei einer Nutzung im Unternehmen, viele Fragen hinsichtlich des Datenschutzes vorab zu klären.

Es wurden noch weitere Anregungen von MitarbeiterInnen aufgezeigt. Diese sind teilweise mit einer kompletten Neuauslegung des gesamten Gerätes verbunden und würden eine Neuentwicklung des Gerätes und eine komplett neu zu gestaltender Software bedeuten. Da dies zu diesem Zeitpunkt jedoch nicht im Sinne des Unternehmens ist, werden diese Vorschläge nicht weiter aufgelistet und verfolgt.

Bei den Verbesserungen gilt es auch zu beachten, dass bei einer Vielzahl an dargestellten Informationen sich die Verweildauer vor dem Gerät erhöht. Somit reduziert sich das zeitliche Einsparungspotenzial und die Übersichtlichkeit der Darstellungen könnte verloren gehen.

10 WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG DES EINSARPOTENZIALS

10.1 Vorgehensweise und Abgrenzung

Eine wirtschaftliche Betrachtung des erarbeiteten Systems wird in den nachfolgenden Abschnitten durch die Vergleiche der aufzubringenden Zeit für festgelegte Aktivitäten durchgeführt. Die Zeitaufzeichnungen werden zuerst ohne der zusätzlichen Informationsanzeige durchgeführt. Anschließend werden die Aufwände mit dem realisierten System aufgezeichnet. Dadurch erfolgen eine Gegenüberstellung und ein Vergleich der aufgewendeten Zeiten.

Dabei werden im ersten Schritt allgemeine Tätigkeitsauflistungen anhand von Ablaufdiagrammen für die zwei grundsätzlich durchzuführenden Aufzeichnungsvarianten ausgearbeitet und dargestellt. Gleichzeitig werden, bedingt durch das Fehlen einer zusätzlichen Informationsanzeige bei einer Systemvariante, die dadurch benötigten Tätigkeitsschritte zur Besorgung dieser Projektinformationen aufgezeigt. Diese werden ebenfalls in einem eigenständigen Ablauf- und Tätigkeitsdiagramm festgehalten.

Anhand dieser Ablaufdiagramme können die aufzubringenden Zeiten ermittelt werden. Dabei werden zunächst alle Zeiten für das bestehende Zeiterfassungssystem, ohne einen Zusammenhang mit möglichen Projektmanagement-Aspekten, aufgezeichnet. Weiterführend erfolgt eine Kombination der Zeit- und Projektmanagementaktivitäten mit der realisierten Visualisierung. So können die Zeitaufwände mit zusätzlicher, adaptierter Informationsanzeige ebenso ermittelt und aufgezeichnet werden.

Der letzte Teil dieser Betrachtung ist die Gegenüberstellung und Auswertung der zuvor durchgeführten Aufwandaufzeichnungen. Durch die ermittelten Werte können die offensichtlich eingesparten Tätigkeiten durch das realisierte System herausgefiltert und bewertet werden. Dabei kann konkret die eingesparte Zeit anhand der festgelegten jedoch nicht mehr unmittelbar benötigten Aufwände im Zusammenhang mit der neuen Zeit- und Zutrittserfassung inklusive smarter Zusatzanzeige, als Einsparungspotenzial aufgezeigt werden.

Grundlegend wurden die gewonnenen Daten in einem KMU mit 13 MitarbeiterInnen aufgezeichnet. Dieses Unternehmen ist im Branchenbereich der Automatisierungstechnik angesiedelt. Die Haupttätigkeitsbereiche des Unternehmens umfassen alle Dienstleistungen hinsichtlich Digitalisierung und Automatisierung. Beispiele sind die komplette mechanische und elektrische Konstruktion von Industrieanlagen sowie deren Programmierung und Integration in übergeordnete IT Systeme. Weitere Kernbereiche des Unternehmens sind die Entwicklung von diversen Prototypen im elektronischen Bereich sowie Einzelanfertigungen im Bereich des Sondermaschinenbaues. Das Unternehmen verwendet für seine Projektkoordination ein eigenständiges, selbstprogrammiertes Managementsystem. Dieses System hat keinerlei Verbindung mit der vorhandenen Arbeitszeitaufzeichnung per RFID Chip und separiertem Erfassungsterminal. Jede firmenangehörige Person pflegt im dafür zugewiesenen Rahmen dieses Projektmanagementsystem und sorgt durch ein gewisses Maß an Eigenverantwortung auch für die Konsistenz der Daten.

10.2 Aufzeigen und Auflisten der Tätigkeiten

Um eine objektive Gestaltung der durchzuführenden Aufzeichnungen zu gewährleisten, muss unbedingt die Position des Zeiterfassungsterminals bei jeder Erfassung als gleichbleibend deklariert werden. Somit ist auch das neu realisierte System am gleichen Ort zu installieren. Dadurch wird einer Verzerrung der Aufzeichnungen, bedingt durch diverse Wegverkürzungen oder Verlängerungen, vorgebeugt. Auch ist ein bereits eingeschalteter und einsatzbereiter Computer für etwaige Suchvorgänge als Grundvoraussetzung anzusehen und nicht mehr in die Aufzeichnungen zu inkludieren.

Die Referenzaufzeichnungen beruhen auf dem zum Ermittlungszeitpunkt installiertem RFID Terminal System der Marke CD0920 DI Terminal von der Firma SMC Microsystems GmbH. Dieses in Anwendung befindliche System hat jedoch keine Funktion hinsichtlich einer Zutrittskontrolle, es erfüllt lediglich die Anforderungen einer Arbeitszeitaufzeichnung mit der Vergabe von Projektnummern und Tätigkeitskürzeln.

10.2.1 Tätigkeiten mit dem bestehenden System

Abbildung 43 zeigt eine Tätigkeitsauflistung in Form eines Ablaufdiagrammes der bisherigen Zeiterfassungslösung im Unternehmen. Wie ersichtlich, handelt es sich um reine Zeiterfassungsvorgänge ohne einer Informationsgestaltung bezogen auf projektspezifische Aspekte.

Da sich des Erfassungsterminal im Untergeschoß eines einstöckigen Gebäudes befindet und die Büroräumlichkeiten mit den Arbeitsplätzen sich auf den ersten Stock konzentrieren, ist auch der Weg vom Terminal zum endgültigen Arbeitsplatz und umgekehrt zu berücksichtigen.

Aus dem Diagramm ist gut ersichtlich, dass es zu einem mehrfachen Umstempeln kommen kann. Als Gründe dafür können Projektwechsel, diverse Behördenwege oder Arztbesuche genannt werden.

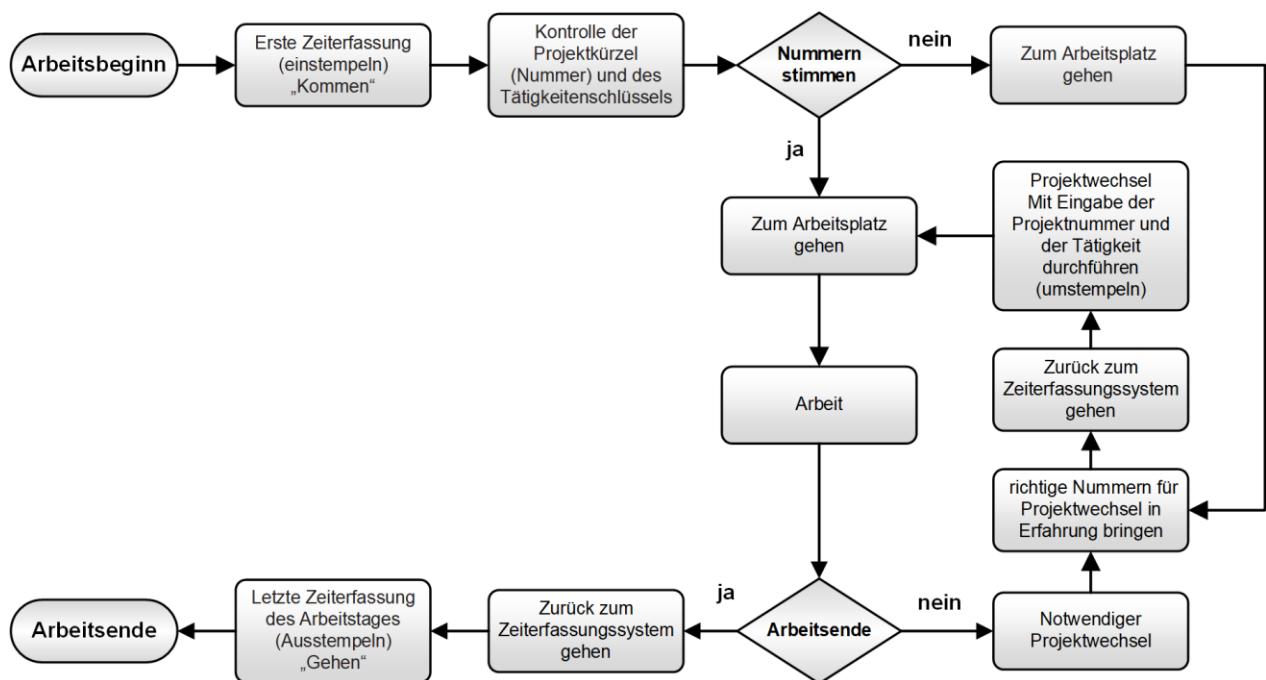


Abb. 43: Ablaufdiagramm bestehende Zeiterfassung, Quelle: Eigene Darstellung.

Um Informationen über bestimmte Projektstände oder auftragsbezogene Ist- oder Sollzeiten in Erfahrung zu bringen, wird bei der bestehenden Lösung oftmals eine mehr oder weniger zeitintensive Ordnerstrukturen-Suche durchgeführt. In Abbildung 44 werden die durchgeführten Schritte und Tätigkeiten bis zum Auffinden der Informationen aufgezeichnet und übersichtlich dargestellt.

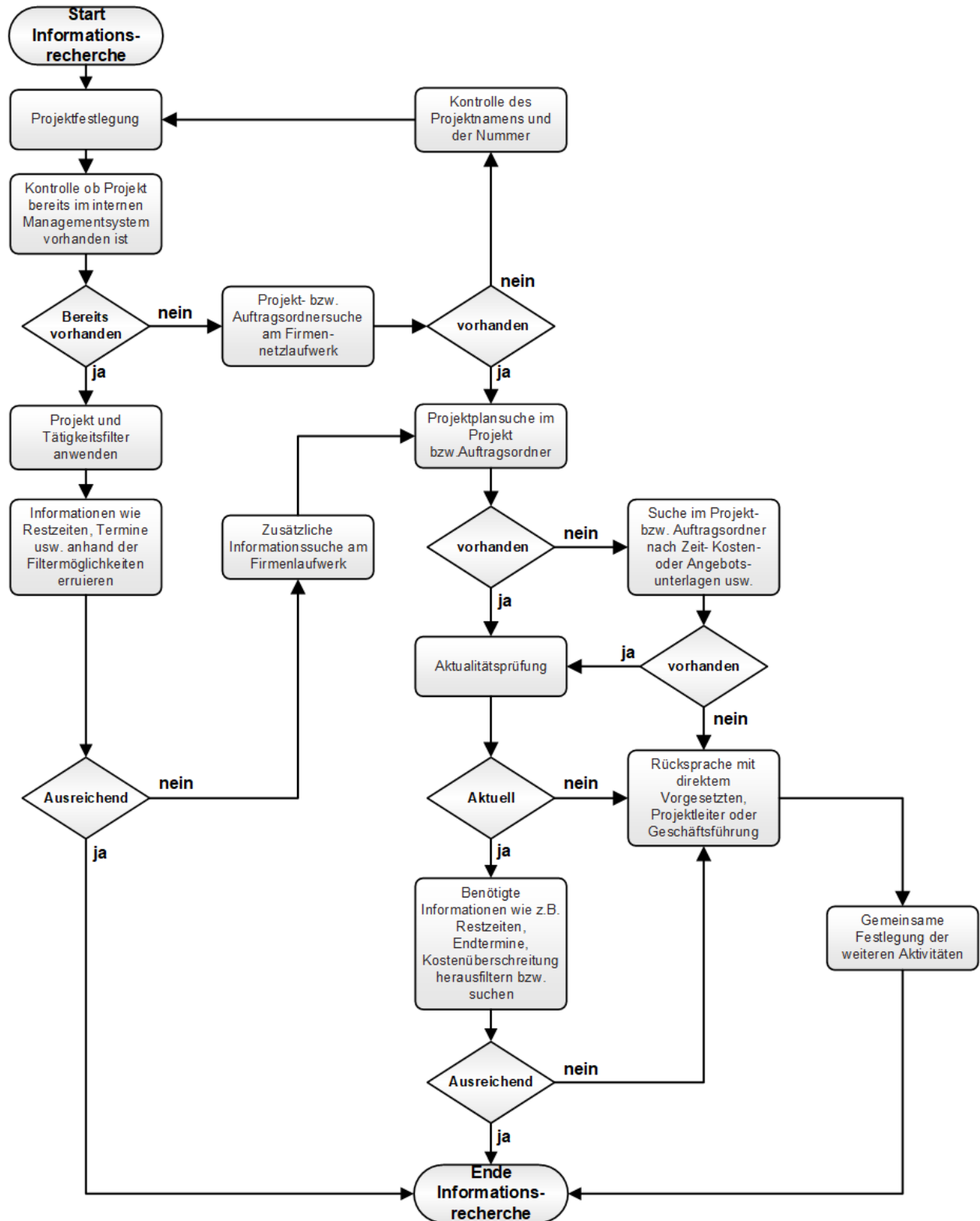


Abb. 44: Ablaufdiagramm Informationssuche, Quelle: Eigene Darstellung.

10.2.2 Tätigkeiten mit der zusätzlichen smarten Informationsanzeige

Im Gegensatz zu den im Abschnitt 10.2.1 aufgezeigten Maßnahmen für die Zeiterfassung und die nachträgliche Informationsbeschaffung ist eine klare Auftrennung dieser zwei Bereiche mit einer direkten persönlichen Informationsanzeige nicht mehr gegeben. Im dargestellten Ablaufdiagramm der Abbildung 45 sind diese zwei Bereiche zusammengeführt. Dabei ist ersichtlich, dass die Beschaffung weiterführender und detailreicherer Informationen wieder auf dem bereits existierenden Wege stattfinden muss. Bei diesem Ablaufdiagramm ist bewusst der Projekt- oder Tätigkeitswechsel nur mehr mit dem Managementsystem und nicht mehr direkt mit der Zeiterfassung verknüpft.

Da generell die Projektzeiten und Tätigkeiten im Managementsystem gepflegt und eingetragen werden müssen, kann das sogenannte Umstempeln für die Zeiterfassung entfallen. Ein Amts- bzw. Behördenweg oder Arztbesuch wird ebenso nicht mehr direkt erfasst, sondern lediglich als Gehen und Kommen durchgeführt. Eine Zuordnung dieser Zeiten erfolgt durch den Vorgesetzten, nach erfolgter Kontrolle der vorzulegenden Bestätigungen der Behörden oder des Arztes, direkt im Managementsystem.

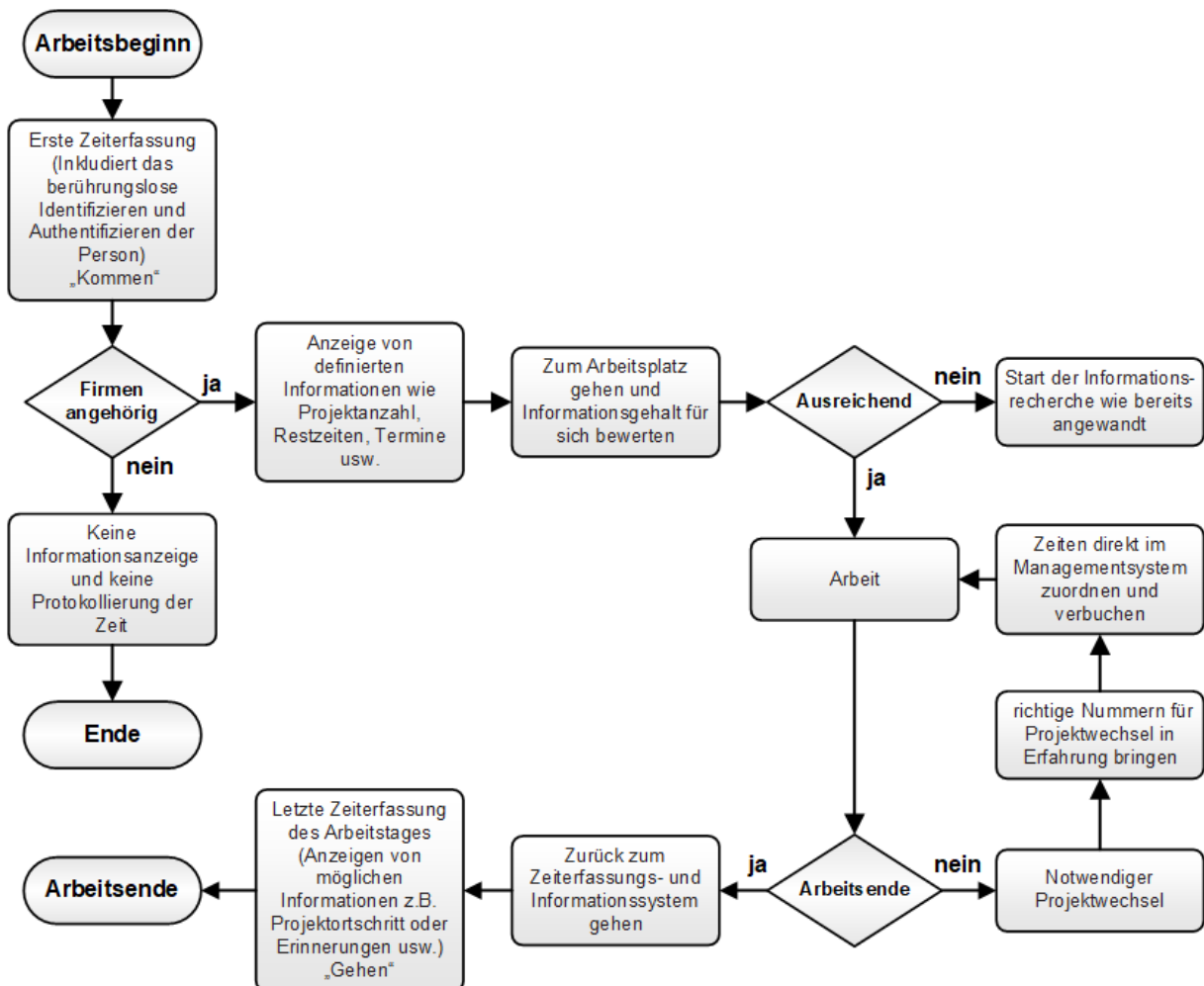


Abb. 45: Ablaufdiagramm mit Informationsanzeige, Quelle: Eigene Darstellung.

10.2.3 Allgemeine, durchzuführende Tätigkeiten

Bei diesen Tätigkeiten handelt es sich um Maßnahmen, die durchgeführt werden müssen, um eine funktionierende Zuordnung der geleisteten Arbeitszeit zu den diversen Projekten und den dazugehörigen Arbeitspaketen im Managementsystem zu gewährleisten. Zusätzlich werden auch teils private Aufzeichnungen hinsichtlich des Arbeitszeitkontos von den MitarbeiterInnen für Kontrollzwecke geführt. Die Aufwände der durchzuführenden Maßnahmen unterscheiden sich jedoch in der Intensität und Dauer je nach ausübender Position enorm. So ist für die Projektleitung und deren Controlling das interne Managementsystem sozusagen das Arbeitstool schlechthin. Hingegen benötigt das Werkstattpersonal nur die oberflächlichen Managementsystemanwendungen. Jene Tätigkeiten, die von jeder firmenangehörigen Person für das Pflegen des Managementsystems im Unternehmen durchzuführen sind, werden nachfolgend aufgelistet:

- Eintragen der Projektzeiten
Die geleisteten Zeitaufwände für die bearbeiteten Projekte sind täglich im Managementsystem zu verbuchen.
- Arbeitszeitaufzeichnung bei Verrechnung nach Aufwand
Werden Projekte oder Dienstleistungen nach Aufwand verrechnet, so muss eine detaillierte Arbeitszeitaufzeichnung mit Tätigkeiten anhand eines vordefinierten Dokumentes zusätzlich zum Management System durch die ausführende Person erfolgen.
- Bewertung Projektfortschritt
Es ist wöchentlich der Projektfortschritt mittels eines einfachen Ampelprinzips im Managementsystem, möglichst im Konsens mit allen Projektteammitgliedern, durchzuführen.
- Kontrolle des Arbeitszeitznachweises
Zu jedem Monatsende werden die Arbeitszeitznachweise für den vergangenen Monat den MitarbeiterInnen vorgelegt. Diese sind zu kontrollieren und bei Korrektheit unterschrieben für die Verrechnung zurückzugeben.

Bei den privaten Aufzeichnungen von Arbeitszeiten und Tätigkeiten steht der Nutzen für die monatliche Kontrolle des Arbeitszeitznachweise im Vordergrund. Auch haben gewisse Aufzeichnungen für die nachfolgende Eintragung ins Managementsystem einen großen persönlichen Nutzen. Wie diese Aufzeichnungen durchgeführt werden ist sehr unterschiedlich und obliegt der Person selbst. Zum Zuge kommen dabei verschiedene Lösungen, wie simple handschriftliche Aufzeichnungen auf Kalendern oder Schreibunterlagen, bis hin zu Handy-Apps oder Listen für Tabellenkalkulationsprogramme.

Da diese Aufwände bei beiden Systemen erbracht werden, sind die dafür benötigten Zeiten nicht in die Bewertung der Zeiteinsparung aufzunehmen. Es gilt jedoch, einige dieser Bedürfnisse als Möglichkeit für eine Darstellung direkt am realisierten smarten Informationssystem für Erweiterungen in Betracht zu ziehen.

10.3 Ermittlung der aufgewendeten Zeiten

In diesem Abschnitt werden die Zeiten der zuvor festgelegten Tätigkeitsschritte laut Ablaufdiagramm protokolliert und in tabellarischer Form dargestellt. Um Objektivität zu erreichen, werden die Zeiten der festgelegten Tätigkeiten von vier firmenangehörigen Personen, mit deren Einverständnis, aufgezeichnet. Daraus wird ein einfacher Durchschnittswert durch Addition der Werte und anschließender Division durch die Personenanzahl errechnet. Um diesen Mittelwert noch neutraler zu gestalten, werden diese Personen zusätzlich aus unterschiedlichen Bereichen hinsichtlich ihrer Tätigkeitsfelder ausgewählt.

Folgende vier Kernbereiche sind dabei vertreten:

- Projektleitung/Controlling
- Hardware/Konstruktion
- Software/Programmierung
- Techniker/Werkstatt

Der aus diesen Kernbereichen und den spezifizierten Tätigkeiten resultierende Mittelwert wird als Referenzzeit für den endgültigen Vergleich herangezogen. Da der erste Weg zum Arbeitsplatz und der letzte Weg zum Zeiterfassungssystem bei beiden Systemen gleich bleibt, werden diese beiden Aufwände nicht in den Zeitaufzeichnungen berücksichtigt.

10.3.1 Dokumentieren der Zeiten ohne zusätzliche Anzeige

In Tabelle 8 werden die Aufwände rein für das bestehende Zeiterfassungssystem, wie im Ablaufdiagramm aus Abbildung 43 beschrieben, dargestellt. Aufgrund des einstöckigen Gebäudes erfolgt der Weg vom Zeiterminal zum Arbeitsplatz vom Erdgeschoß über eine Stiege in das Obergeschoß und bei einem notwendigen Projektwechsel umgekehrt. Ebenso wird in der Tabelle die unterschiedliche Anzahl der Projektwechsel durch einen Multiplikator berücksichtigt.

Tätigkeiten	Person A Projektleitung / Controlling	Person B Hardware / Konstruktion	Person C Software / Programmierung	Person D Techniker / Werkstatt	Durchschnitt
Einstempeln "Kommen" (inklusive Kontrolle- der Projekt- und Tätigkeitskürzel)	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min
Ausstempeln "Gehen"	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min
Projektwechsel „Umstempeln“ (mit Eingabe der Projekt- und Tätigkeitsnummer)	4x 0,2 min = 0,8 min	2x 0,2 min = 0,4 min	3x 0,2 min = 0,6 min	1x 0,2 min = 0,2 min	0,5 min
zum Arbeitsplatz gehen	4x 0,5 min = 2 min	2x 0,5 min = 1 min	3x 0,5 min = 1,5 min	1x 0,5 min = 0,5 min	1,25 min
suchen der Projekt- und Tätigkeitsnummern	4x 0,1 min = 0,4 min	2x 0,2 min = 0,4 min	3x 0,2 min = 0,6 min	1x 0,3 min = 0,3 min	0,425 min
zum Terminal gehen	4x 0,5 min = 2 min	2x 0,5 min = 1 min	3x 0,5 min = 1,5 min	1x 0,5 min = 0,5 min	1,25 min

Tab. 8: Aufwandszeiten für die Arbeitszeiterfassung ohne zusätzlicher Anzeige, Quelle: Eigene Darstellung.

Da die zuvor aufgezeichneten Zeiten nur die derzeitige Arbeitszeiterfassung inkludiert, werden getrennt auch jene Zeiten erfasst und aufgezeichnet, welche zur Beschaffung von Informationen hinsichtlich diverser Projekt- und Controlling Maßnahmen aufgebracht werden. Dabei gilt es jedoch zu differenzieren, dass nur die Erstinformationen für einen erforderlichen und raschen Arbeitsstart berücksichtigt werden.

Unter diese Erstinformation fallen folgende Punkte:

- Anzahl an beteiligten Projekten
- Restzeiten für diverse Tätigkeiten
- Allgemeiner Projektstatus
- Wichtige Termine und Verschiebungen

Die Tabelle 9 führt alle Zeitaufwendungen anhand der festgelegten Tätigkeiten aus dem Ablaufdiagramm in Abbildung 44 zusammen und dokumentiert diese.

Tätigkeiten	Person A Projektleitung / Controlling 5 Projekte in Arbeit 2 Projekte nicht im Managementsystem	Person B Hardware / Konstruktion 3 Projekte in Arbeit 1 Projekt nicht im Managementsystem	Person C Software / Programmierung 4 Projekte in Arbeit 1 Projekte nicht im Managementsystem	Person D Techniker / Werkstatt 1Projekt in Arbeit Projekt nicht im Managementsystem	Durchschnitt
Projekt und Tätigkeitsnummer in Erfahrung bringen	0,2 min	0,2 min	0,2 min	0,2 min	0,2 min
Prüfung ob Projekt im Managementsystem vorhanden	5x 0,5 min = 2,5 min	3x 0,5 min = 1,5 min	4x 0,5 min = 2 min	1x 0,5 min = 0,5 min	1,625 min
Projekt bzw. Auftragsordnersuche am Firmennetzlaufwerk	2x 0,5 min = 1 min	1x 0,5 min = 0,5 min	1x 0,5 min = 0,5 min	1x 1 min = 1 min	0,75 min
Projektplansuche im Projektordner bzw. Auftragsordner	2x 1 min = 2 min	1x 1,5 min = 1,5 min	1x 1 min = 1 min	1x 2 min = 2 min	1,625 min
Zeit-Kosten-oder Angebotsunterlagen Suche im Projektordner bzw. Auftragsordner	2x 1,5 min = 3 min	1x 2 min = 2 min	1x 1,5 min = 1,5 min	1x 2 min = 2 min	2,125 min
Aktualitätsprüfung	5x 0,5 min = 2,5 min	3x 0,5 min = 1,5 min	4x 1 min = 4 min	1x 2 min = 2 min	2,5 min
Sichtung Projektplan und eruieren von Informationen	2x 2 min = 4 min	1x 2 min = 2 min	1x 1 min = 1 min	1x 3 min = 3 min	2,5 min
benötigte Informationen herausfiltern	2x 3 min = 6 min	1x 3 min 3 min	1x 2 min = 2 min	1 x 4 min = 4 min	3,75 min

Tab. 9: Zeitaufzeichnungen für die Informationssuche ohne zusätzlicher Anzeige, Quelle: Eigene Darstellung.

Ergänzend zur vorherigen Tabelle muss angemerkt werden, dass die erfassten Zeiten, bedingt durch die unterschiedlichen Erfahrungswerte und Einsatzhäufigkeiten der einzelnen Personen mit der IT Struktur, einer gewissen Schwankungsbreite unterliegen. So ist anhand der Aufzeichnungen deutlich zu erkennen, dass die Person in der Werkstatt bzw. Technik für die Sichtung und das Herausfiltern der zu suchenden Daten die meiste Zeit benötigt. Hingegen braucht die Person im Projektmanagement in fast allen Belangen, aufgrund des täglichen direkten Gebrauches der einzelnen IT Strukturen, die geringste Zeit. Da sich bei mehrmaligen Suchvorgängen ein kurzzeitiger Merkeffekt hinsichtlich Strukturen, Nummern und dergleichen abzeichnet, wurde auch bewusst und gezielt nur der erste Suchvorgang ohne einer Vorlaufzeit für die Personen als Zeitwert in die Tabelle 9 aufgenommen.

10.3.2 Dokumentieren der Zeiten mit zusätzlicher Informationsgestaltung

Die Zeitaufwände beim neu realisierten System mit der zusätzlichen Informationsanzeige werden in der Tabelle 10 dargestellt. Da hier kein herkömmlicher Projektwechsel am Erfassungssystem nötig ist, gibt es auch im Gegensatz zu den zuvor dargestellten Tabellen keine Notwendigkeit für einen zusätzlichen Multiplikator. Somit entfallen auch im gesamten Prozess die mehrfach ausgeführten Wege vom Arbeitsplatz zum Erfassungsterminal und retour.

Tätigkeiten	Person A Projektleitung / Controlling 5 Projekte in Arbeit 2 Projekte nicht im Managementsystem	Person B Hardware / Konstruktion 3 Projekte in Arbeit 1 Projekt nicht im Managementsystem	Person C Software / Programmierung 4 Projekte in Arbeit 1 Projekte nicht im Managementsystem	Person D Techniker / Werkstatt 1Projekt in Arbeit Projekt nicht im Managementsystem	Durchschnitt
Für die erste Erfassung Position vor dem Terminal einnehmen "Kommen"	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min
Anzeige der definierten personenbezogenen Informationen	1 min	0.5 min	0,5 min	0,2 min	0,55 min
Für die Erfassung Position vor dem Terminal einnehmen "Gehen"	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min	0,1 min
Anzeige der Informationen für den nächsten Tag	0,2 min	0,2 min	0,2 min	0,2 min	0,2 min

Tab. 10: Zeitaufzeichnungen mit zusätzlicher Anzeige, Quelle: Eigene Darstellung.

10.4 Ermittlung des Einsparpotenziales

Um das Einsparungspotential festzustellen, werden die ermittelten Durchschnittszeiten beider Ausführungsvarianten in Tabelle 11 gegenübergestellt. Die Tätigkeitszeiten von der zusätzlichen personenbezogenen Anzeige werden von den anderen subtrahiert und das Resultat ist das mögliche Einsparungspotenzial.

Werte ohne zusätzlicher Anzeige		Werte mit zusätzlicher Anzeige		Einsparungs- potenzial
Tätigkeiten	Ermittelter Durchschnitt	Tätigkeiten	Ermittelter Durchschnitt	
Einstempeln "Kommen" (inklusive Kontrolle- der Projekt- und Tätigkeitskürzel)	0,1 min	Für die erste Erfassung Position vor dem Terminal einnehmen "Kommen"	0,1 min	
Ausstempeln "Gehen"	0,1 min	Für die Erfassung Position vor dem Terminal einnehmen "Gehen"	0,1 min	
Projektwechsel „Umstempeln“ (mit Eingabe der Projekt- und Tätigkeitsnummer)	0,5 min			0,5 min
zum Arbeitsplatz gehen	1,25 min			1,25 min
suchen der Projekt- und Tätigkeitsnummern	0,425 min			0,425 min
zum Terminal gehen	1,25 min			1,25 min
Projekt und Tätigkeitsnummer in Erfahrung bringen	0,2 min			0,2 min
Prüfung ob Projekt im Management-system vorhanden	1,625 min			1,625 min
Projekt bzw. Auftragsordner-suche am Firmennetzlaufwerk	0,75 min			0,75 min
Projektplansuche im Projektordner bzw. Auftragsordner	1,625 min			1,625 min
Zeit-Kosten-oder Angebotsunterlagen Suche im Projektordner bzw. Auftragsordner	2,125 min			2,125 min
Aktualitätsprüfung	2,5 min			2,5 min
Sichtung Projektplan und eruiieren von Informationen	2,5 min	Anzeige der definierten personenbezogenen Informationen	0,55 min	1,95 min
benötigte Informationen herausfiltern	3,75 min	Anzeige der Informationen für den nächsten Tag	0,2 min	3,55 min
Σ	18,7 min		0,95 min	17,75 min

Tab. 11: Gegenüberstellung der erfassten Durchschnittszeiten, Quelle: Eigene Darstellung.

Die aufgeführte Summe von 17,75 Minuten in Tabelle 11 ist jene durchschnittliche Zeit, die von den vier ausgewählten Personen täglich direkt nach Arbeitsbeginn für die aufgeführten Tätigkeiten bzw. für die Informationsbeschaffung als zusätzliche Aufwendung erbracht wird.

Unter der Voraussetzung einer Fünf-Tage-Arbeitswoche entsprechen die aufgelisteten Aufwendungen einer Arbeitszeit pro Person von

$$5 \times 17,75 \text{ min} = 88,75 \text{ min} = 1 \text{ h } 28 \text{ min } 45 \text{ s}$$

Somit beträgt die eingesparte Zeit pro Monat (4Wochen)

$$4 \times 88,75 \text{ min} = 355 \text{ min} = 5 \text{ h } 55 \text{ min}$$

Diese Zeit muss zusätzlich nochmals relativiert werden, da die Pflege des Systems noch nicht miteinbezogen wurde. Es ist davon auszugehen, dass im Mittel zwei Arbeitsstunden pro Monat von einer Person, für die Betreuung des aufgebauten Terminals hinsichtlich softwaretechnischen Einstellungen und diversen Änderungen aufgewendet werden müssen.

$$5 \text{ h } 55 \text{ min} - 2 \text{ h} = 3 \text{ h } 55 \text{ min}$$

Abzüglich der Zeitaufwendung für die Betreuung ergibt sich so ein durchschnittliches Einsparungspotenzial von knapp 4 Stunden pro Mitarbeiter und Monat in diesem Unternehmen.

10.5 Bewertung des erreichten Einsparungspotenzials

Es hat sich gezeigt, dass das erreichte Einsparungspotenzial sehr stark von unterschiedlichen Faktoren im Unternehmen abhängt. Daher muss die ermittelte Zeit von 5 Stunden und 55 Minuten als eine Momentaufnahme im Unternehmen, die einer gewissen Schwankungsbreite unterliegt, betrachtet werden. Die offensichtlichsten Beeinflussungen sind in den folgenden Punkten aufgeführt und erläutert.

- Erfassung im Managementsystem
Wenn Projekte und entsprechende Aufträge bereits im Managementsystem erfasst sind, entfällt eine durchaus zeitintensive Suche nach Informationen am Netzlaufwerk. Dadurch wird das mögliche Einsparungspotenzial um ein erhebliches Maß verringert. Unter diesem Punkt gilt es jedoch auch zu erwähnen, dass eine vollständige Erfassung aller Aktivitäten in diesem Managementsystem aus praktikablen Gründen im Unternehmen nicht zu bewerkstelligen ist.
- Informationsbedarf der MitarbeiterInnen
Durch die Aufzeichnungsaktivitäten gemeinsam mit den im Unternehmen angestellten Personen ist aufgefallen, dass ein erheblicher Unterschied hinsichtlich Anzahl und Inhalt von benötigten Informationen besteht. Gründe hierfür liegen sowohl im Tätigkeitsbereich als auch in den persönlichen Anliegen. Als Beispiel kann die Projektleitungsfunktion genannt werden. Diese braucht erheblich mehr und detailreichere Informationen, als die Person in der Werkstatt. Genau dieser Aspekt hat Einfluss auf die Zeitaufwendungen, da sich die Informationssuche bzw. Informationsbeschaffung dadurch mehr oder weniger zeitintensiv gestaltet.

- Anzahl an Projekten
Eindeutig wirkt sich die Anzahl an Projekten, die von einer Person annähernd gleichzeitig bearbeitet werden, auf die mögliche eingesparte Zeit aus. Während der herkömmliche Aufwand für die Informationsbeschaffungen bei mehreren Projekten erheblich steigt, kann dieser durch Anzeige von bereits zusammengefasster, projektbezogener Informationsgestaltung annähernd konstant und gering gehalten werden.
- Projektwechsel am Zeiterfassungsterminal („Umstempeln“)
Im Gegensatz zum bestehenden System wurde der sogenannte Projektwechsel am Erfassungsgerät selbst beim neu realisierten Anzeigeterminal gezielt weggelassen. Da generell die Tätigkeit oder der Projektwechsel im Managementsystem eingetragen werden muss, konnte eine doppelt durchgeführte Aktivität eliminiert werden. So wurde im Unternehmen auch dadurch eine Zeiteinsparung pro Person erzielt.
- Projektgröße und Komplexität
Es hat sich herausgestellt, dass der Bedarf an Informationen bei größeren bzw. komplexen Projekten einer höheren Frequenz unterliegt. Die realisierte Lösung kann hier nicht direkt den Bedarf stillen. Darum steht bei solchen Projekten die Informationsbeschaffung auf herkömmlichen Weg im Vordergrund.
- Projektunabhängige Informationen
Einige weitere Informationen, die durch das System bereitgestellt werden, wurden nicht in die Bewertung mit aufgenommen. Die Anzeige der Wettervorhersage oder der Leitspruch des Tages sowie die Anzeige von diversen Nachrichten oder bestimmter RSS-Feeds sind eher einem persönlichen Bedürfnis zuzuordnen. Aus diesem Grund werden diese Anzeigen nicht bewertet.

Die durchschnittlich eingesparte Arbeitszeit von 3 Stunden und 55 Minuten im Monat pro Person ist für ein Unternehmen mit 13 Mitarbeitern doch ein erheblicher Faktor. Durch die Prozessvereinfachung bei der Zeiterfassung und der zusätzlichen Informationsgestaltung kann ein erheblicher Mehrwert für das Unternehmen geschaffen werden.

Je nachdem, welcher unternehmensspezifische Stunden- und Verrechnungssatz für die eingesparte Zeit angewendet wird, kann eine wirtschaftliche Einsparung im niederen bis mittleren dreistelligen Bereich pro Monat und MitarbeiterIn im Unternehmen erzielt werden. Findet die zusätzliche Informationsgestaltung zumindest bei zwei Personen im Unternehmen Anwendung, besteht die Möglichkeit, die eingesetzten Materialkosten bereits nach einem Monat einzuspielen.

Das erarbeitete und aufgezeigte Einsparungspotenzial kann, bedingt durch die unternehmensspezifische Auflistung der diversen, durchzuführenden Tätigkeiten, als durchschnittliche Einsparungsmöglichkeit und als Basis oder Anhaltspunkt für vergleichbare Unternehmen erachtet werden.

11 ERGEBNISSE UND AUSBLICK

11.1 Zeiteinsparungsergebnis

Unter der Annahme der in Österreich üblichen Normalarbeitszeit einer fünf Tage Woche beträgt die Wochenstundenanzahl 38,5 Arbeitsstunden. Daraus resultiert eine durchschnittlich erbrachte tägliche Arbeitszeit von

$$38,5 h : 5 = 7,7h = 7 h 42 min$$

Ein Einsparungsziel von einem Arbeitstag wird für eine firmenangehörige Person pro Monat bereits anfangs dieser Arbeit im Abschnitt 1.3 definiert. Dieses Ziel konnte mit dem neu gestalteten Zeiterfassungssystem, welches eine direkte Visualisierung von personenbezogenen und projektbezogenen Informationen ermöglicht, nicht realisiert werden. Aus den Zahlen ergibt sich somit, dass das angestrebte Ziel um folgenden Wert nicht erreicht wurde:

$$7 h 42 min - 3 h 55 min = 3 h 47min$$

Trotz des nicht erreichten Zieles konnte gezeigt werden, dass zusätzliche Informationen, die bei Arbeitsbeginn automatisch zu Verfügung gestellt werden, ein grundlegendes zeitliches Einsparungspotenzial ermöglichen. Da es sich bei diesem System um einen Prototypen handelt, kann eine Erhöhung der Einsparungen durch weitere Anpassungen in Aussicht gestellt werden. Einige der Verbesserungsvorschläge von MitarbeiterInnen liefern dazu die nötigen Anhaltspunkte. Speziell der Vorschlag des erweiterten Informationsterminal für interne Nachrichten, in Abschnitt 9.2 erläutert, ermöglicht ein weiteres zeitliches Einsparungspotenzial.

Eine Vereinfachung bei der Betreuung und Wartung, sowie die Möglichkeit, die personenbezogenen Informationen selbst zu verwalten, sind weitere Möglichkeiten zeitlicher Einsparungen durch dieses System.

11.2 Ausblick

Der bisherige Testbetrieb ist aufgrund der zeitlich zu straff geplanten Systemherstellung sehr kurz ausgefallen. Darum wurde für weitere Verbesserungen und Testszenarien ein erweiterter Test über drei Monate im Unternehmen angesetzt. Dadurch können Rückschlüsse über die Verwaltung des gesamten Systems z.B. bei Monatszeitabrechnungen gezogen werden, sowie weitere Möglichkeiten für Zeitstatistiken wie Krankenstandstage oder Hauptanwesenheitszeiten implementiert werden.

Da das erstellte Programm „WorkTimeTracking“ noch einiges an Verbesserungspotential aufweist, werden laufend Anpassungen und Programmänderungen durchgeführt. Ziel ist es, dieses Softwaremodul für andere Unternehmen oder auch Privatpersonen so aufzubereiten, dass ein einfacher und prozesssicherer Einsatz ermöglicht wird. Da die Grundsoftware auf einer Open Source Lizenz beruht, wird auch diese Software nach Fertigstellung mit einer entsprechenden Dokumentation auf GitHub frei zur Verfügung gestellt werden.

Eine Vermarktung des Systems selbst ist nach individuellen Kundenanfragen angedacht. Dies bedeutet, dass das Gesamtpaket von Implementierung und Anbindungen an bestehende Systeme in KMU's als Dienstleistung in das Portfolio des Unternehmens aufgenommen wird. Auch die Verwirklichung und Herstellung von individuellen Kundendesign-Wünschen wird als Möglichkeit für eine weitere Vermarktungsstrategie gesehen.

Bedingt durch den knappen zeitlichen Rahmen konnte die im Aufbau bereits vorbereitete Integration eines Ultraschallsensors programmtechnisch nicht durchgeführt werden. Zukünftig soll die Anregung einer Gestensteuerung mit Ultraschallsensoren oder mit der installierten Kamera umgesetzt werden. Kommen dabei die Ultraschallsensoren zum Einsatz, wird eine Überarbeitung des bestehenden Halters und der angefertigten Platine erfolgen. Die softwaretechnische Implementierung soll ebenso im zeitlichen Rahmen des erweiterten Tests durchgeführt werden.

Ein weiteres, nicht integriertes Modul für die MagicMirror Grundsoftware wurde bei den Gesprächen mit den MitarbeiterInnen und Geschäftsführung immer wieder angesprochen. Es handelt sich um das Sprachsteuerungsmodul „MMM-Alexa“, welches am Raspberry Pi lauffähig ist. Aufgrund der aktuellen Medienpräsenz möchte das Unternehmen die Funktionsfähigkeit testen und die Möglichkeiten der Alexa Sprachsteuerung mit dem erstellten System und der Zeiterfassung eruieren.

Im Zusammenhang mit dem firmeneigenen Managementsystem soll zukünftig in kleinen Schritten eine individuelle Einstellungsmöglichkeit von Projektinformationen geschaffen werden. Anhand dieser sollen die MitarbeiterInnen eine Möglichkeit bekommen, ihre personalisierte Informationsanzeige bei Arbeitsbeginn selbst zusammenzustellen. Im gleichen Zuge soll das bereits in Abschnitt 9.2 erwähnte Nachrichtensystem implementiert werden.

11.3 Resümee

Bedingt durch den Effekt, dass das Gerät nicht als Anzeige sofort erkenntlich ist, wurde eine nicht erwartete Neugier und Anteilnahme im Unternehmen selbst ausgelöst. Dadurch wurde die Gesichtserkennung als sehr nützlich und einfallsreich aufgefasst. Die zuvor als schwierig geltende Akzeptanz von biometrischer Erkennung bei der Integration des Systems im Unternehmen erfolgte so überraschend unproblematisch.

Trotz der guten Akzeptanz im Unternehmen müssen alle Beteiligten darauf hingewiesen werden, dass für eine Erfassung ihrer Arbeitszeit persönliche biometrische Daten zum Einsatz kommen. Darüber hinaus geht aus der rechtlichen Betrachtung eindeutig hervor, dass ein Einverständnis der MitarbeiterInnen vorliegen muss, um auch konform mit dem Datenschutzgesetz zu sein.

Es wurde auch gezeigt, dass das Projektmanagement und die Arbeitszeiterfassung einzeln schnell realisiert werden können. Sollen diese jedoch zusammengeführt werden, bedarf es einer zusätzlichen gut abgestimmten Lösung. Speziell bei kleineren Projektumfängen müssen Personen mehrfache Verantwortungsbereiche und Tätigkeiten ausüben, darum werden Möglichkeiten, sich in gewissem Rahmen eigenverantwortlich zu überwachen, benötigt. Das aufgebaute System ermöglicht eine erste Einschätzung der Projektsituationen bereits bei Arbeitsbeginn. Die somit ermöglichte Eigenverantwortung

beim Projektcontrolling und die Gestaltung einer transparenten Projektumgebung erhöhen so die Motivation des gesamten Projektteams.

Die positive Resonanz im Unternehmen spiegelt sich in der Ideengenerierung für mögliche, weitere Einsatzgebiete und den vielfältigen Verbesserungsvorschlägen der MitarbeiterInnen wider. Die Anregung, das System auch als internes Nachrichtensystem für wichtige Mitteilungen zu nutzen, wurde von der Geschäftsführung als weitere Ausbaustufe bereits bestätigt.

Für Unternehmen mit vielen MitarbeiterInnen, die einen gleichzeitigen Arbeitsbeginn haben, ist dieses System mit individuellen Informationen nicht geeignet. Wenn sich mehrere Personen hintereinander befinden um sich einzustempeln, ist die Darstellung der personenbezogenen Informationen auch für die im Hintergrund stehenden MitarbeiterInnen ersichtlich. So könnte das System auch ungewollt Informationen an Dritte vermitteln. Bei diesem Einsatzszenario bietet sich die Darstellung von Unternehmensmitteilungen, wie diversen Statistiken und allgemeiner Informationen bzw. Neuigkeiten, die für jede firmenangehörige Person relevant sind, an. Auch die Visualisierung von Hinweisen zur Arbeitssicherheit ist eine Möglichkeit.

Die Aufwendungen für eine Integration des Systems in KMU's mit einer MitarbeiterInnenanzahl bis 50 Personen sind sehr unterschiedlich. Bedingt durch die verschiedenen im Einsatz befindlichen Systeme können standardisierte Komponenten nur teilweise eingesetzt werden. Hier liegt aber auch enormes Potenzial im Bereich der Dienstleistung für Kundenbetreuung und Individualisierung für ein solches System.

Das nicht Erreichten der Zielvorgabe bei der Zeitersparnis ist für das Unternehmen, nicht zuletzt auch aufgrund des guten MitarbeiterInnen Feedbacks und der großen Akzeptanz, kein Ausschlusskriterium für weitere Maßnahmen. Für die Weiterentwicklung werden weitere Ressourcen in Form von Arbeitszeit bereitgestellt. Die Begründung seitens der Geschäftsführung liegt darin, dass bereits das ermittelte Einsparungspotenzial von rund 4 Stunden im Monat für einen Mitarbeiter bei einer Hochrechnung mit der Gesamtmitarbeiteranzahl der Firma mehr als eine Woche an Arbeitszeit einspart. Diese eingesparte Zeit soll weiterführend für die Verbesserung des Gesamtsystems aufgewendet werden.

LITERATURVERZEICHNIS

Gedruckte Werke (26)

BenQ Corporation (Hrsg.) (2011): *Datenblatt BenQ 2250 LED Monitor*, ohne Verlagsangaben, Wien

Parallax Inc. (Hrsg.) (2007): *Datenblatt PIR Sensor (#555-28027)*, V1.2. Auflage, ohne Verlagsangaben, Rocklin

Asit K., Datta; Madhura, Datta; Pradipta K., Banerjee (2016): *Face Detection and Recognition, Theory and Practice*, Taylor & Francis Group, LLC, Florida

Bär, Christian; Fiege, Jens; Weiß, Markus (2017): *Anwendungsbezogenes Projektmanagement; Praxis und Theorie für Projektleiter*, Springer-Verlag GmbH, Nürnberg

Behrens, Michael; Roth, Richard (2001): *Biometrische Identifikation, Grundlagen, Verfahren, Perspektiven*, Springer Fachmedien, Braunschweig/Wiesbaden

Dietmar, Abts; Wilhelm, Müller (2017): *Grundkurs Wirtschaftsinformatik, Eine kompakte und praxisorientierte Einführung*, 9. Auflage, SpringerVieweg, Wiesbaden

Dingler, Markus (1997): *Arbeitszeitmanagement; Gestaltung und Implementierung von Arbeitszeitmodellen*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden

Finkenzeller, Klaus (2012): *RFID Handbuch, Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC*, 6. Auflage, Carl Hanser Verlag, München

Follmann, Rüdiger (2014): *Das Raspberry Pi Kompendium*, 1 Auflage Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Gubbels, Holgar (2009): *SAP® ERP – Praxishandbuch Projektmanagement*, 2. Auflage, Vieweg+Teubner, Stuttgart

Heinrich Hippenmeyer, Thomas (2016): *Automatische Identifikation für Industrie 4.0*, Springer Vieweg, Berlin

Hoff, Andreas (2015): *Gestaltung betrieblicher Arbeitszeitsysteme; Ein Einblick in die Praxis*, Springer Gabler, Wiesbaden

Kern, Christian (2006): *Anwendung von RFID-Systemen*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Zürich

Kestel, Sebastian (2013): *Debian GNU/Linux, Das umfassende Handbuch*, 5. Auflage, Galileo Press, Bonn

KT-Elektronik, (Hrsg.) (2012): *Ultraschall Messmodul HC-SR04*, ohne Verlagsangaben, Königs Wusterhausen

Kuster, Jürg; Huber, Eugen; Lippmann, Robert; Schmid, Alphons; Schneider, Emil; Witschi, Urs; Wüst, Roger (2008): *Handbuch Projektmanagement*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin

Langer, Josef ; Roland, Michael (2010): *Anwendungen und Technik von Near Field Communication (NFC)*, Springer-Verlag, Hagenberg

Mensing, Wilfried (2015): *Erfolgreiches Projektmanagement ohne externe Berater KMU's; Praxisleitfaden zur Etablierung Interner Projektmanager*, Springer Gabler, Wiesbaden

Möller, Thor; Dörrenberg, Florian (2003): *Projektmanagement*, R. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München

Nanavati, Samir; Thieme, Michael; Nanavati, Raj (2002): *Biometrics Identity, Verification in a Networked World*, New York

Robinson, Andrew; Cook, Mike; EvansJonathan; McManus, Sean (2014): *Spannende Projekte mit dem Raspberry Pi*, Hüthing Jehle Rehm GmbH, Heidelberg

Ross, Arun; Nandakumar, Karthik; Jain, Anil (2006): *Handbook of Multibiometrics*, Springer, New York

Roßnagel, Alexander (2017): *Datenschutzaufsicht nach der EU-Datenschutz-Grundverordnung*, Springer Vieweg, Kassel

Rudkowski, Lena; Schreiber, Alexander (2015): *Aufklärung von Compliance-Verstößen, Whistleblowing, Arbeitnehmerüberwachung, Auskunftspflichten*, Springer Gabler, Wiesbaden

Wolmeringer, Gottfried; Klein, Thorsten (2006): *Profikurs Eclipse 3, Mit Eclipse 3.2 und Plugins professionell Java-Anwendungen entwickeln – Von UML bis JUnit*, 2. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden

Yu-Jin, Zhang (2011): *Advances in Face Image Analysis, Techniques and Technologies*, New York

Online-Quellen (21)

Delta Zeitsysteme GmbH (2012): www.deltazeitsysteme.de

<https://www.deltazeitsysteme.de/biometrie-grundlagen.html> [Stand: 22.07.2017]

Universität Paderborn (2007): www.csipc2.de

<http://www.csipc2.de/spezifikation.php?kap=4> [Stand: 22.07.2017]

University of Cambridge Computer Laboratory (2017): <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/>

<http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/sampleiris.jpg> [Stand: 24.07.2017]

EU Datenschutzgrundverordnung, Kurzübersicht und Zeitplan (2017): www.wko.at

<https://www.wko.at/service/wirtschaftsrecht-gewerberecht/EU-Datenschutz-Grundverordnung.html> [Stand: 10.08.2017]

SEIBIT Realtime-Solutions (2017): www.seibit.de

<http://www.seibit.de/www/images/magisches-dreieck.jpg> [Stand: 27.08.2017]

Berekat Karavul (2017): www.projektmanagementhandbuch.de

<http://www.projektmanagementhandbuch.de/projektrealisierung/projektcontrolling/> [Stand: 29.08.2017]

Raspberry Pi Foundation (2017): raspberrypi.org

www.raspberrypi.org [Stand: 10.9.2017]

Eclipse Foundation (2017): *Eclipse development platform*

<http://www.eclipse.org/> [Stand: 30.10.2017]

OpenCV Foundation (2017): *OpenCV.org*

<https://opencv.org/> [Stand: 2.11.2017]

NFC Forum (2017): *nfc.workspacefile.net*

<http://nfc.workspacefile.net/what-is-nfc/what-it-does/> [Stand: 15.11.2017]

AK Steiermark (2013): *www.akstmk.at*

https://media.arbeiterkammer.at/stmk/2014_Arbeitsvertragsrecht-broschuere_barrierefrei.pdf [Stand: 15.11.2017]

STEG Electronics AG (2017): *www.steg-electronics.ch*

<https://www.steg-electronics.ch/gfxbin00997268big/Raspberry-Pi-3-Model-B.jpg> [Stand: 18.11.2017]

Datenschutz - Anpassungsgesetz 2018, 322/ME (2017): *www.parlament.gv.at*

https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXV/ME/ME_00322/index.shtml [Stand: 10.08.2017]

Danker, Tobias (2017): *glancr.de*

<https://glancr.de/> [Stand: 09.10.2017]

Gesamte Rechtsvorschrift für Arbeitsverfassungsgesetz, Fassung (2017): *Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS)*

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008329> [Stand: 07.08.2017]

Modul, Raspberry (2011): *www.infoseek.de*

<http://www.infoseek.de/wp-content/uploads/2015/01/bewegung3.jpg> [Stand: 12.10.2017]

Rechtsvorschrift für Arbeitsruhegesetz, Fassung (2017): *Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS)*

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008541> [Stand: 07.08.2017]

Rechtsvorschrift für Arbeitszeitgesetz, Fassung (2017): *Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS)*

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008238> [Stand: 20.07.2017]

Teeuw, Michael (2014): *michaelteeuw.nl*

<http://michaelteeuw.nl/post/80391333672/magic-mirror-part-i-the-idea-the-mirror> [Stand: 09.10.2017]

Teeuw, Michael (2017): *MagicMirror on Github*

<https://github.com/MichMich/MagicMirror> [Stand: 10.11.2017]

Wienke, Johannes (2008): *Bildverarbeitung mit OpenCV*

<https://www.semipol.de/downloads/opencv-tutorial.pdf> [Stand: 30.10.2017]

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Ziele eines Arbeitszeitmanagementsystems, Quelle: Eigene Darstellung.	7
Abb. 2: Übersicht RFID Systemkomponenten, Quelle: In Anlehnung an Kern (2006), S. 34.	9
Abb. 3: NFC Betriebsarten und Anwendungen, Quelle: In Anlehnung an Finkenzeller (2012), S. 566.	12
Abb. 4: Schema der biometrischen Erfassung, Quelle: In Anlehnung an Behrens/Roth (2001), S. 11.	14
Abb. 5: Fingerabdruck Grundmuster in der Daktyloskopie, Quelle: Behrens/Roth (2001), S. 83.	16
Abb. 6: Fingerabdruck Merkmal-Extrahierung, Quelle: Delta Zeitsysteme GmbH (2012), Online-Quelle [22.07.2017].	17
Abb. 7: Iris Bild, Quelle: University of Cambridge Computer Laboratory (2017), Online-Quelle [24.07.2017].	17
Abb. 8: Irisanalyse mit aufgelegtem Muster, Quelle: Universität Paderborn (2007), Online-Quelle [22.07.2017].	18
Abb. 9: Prozessabfolge bei der Gesichtserkennung, Quelle: Eigene Darstellung.	20
Abb. 10: Gliederung der Gesichtserkennungsmöglichkeiten, Quelle: In Anlehnung an Asit K./Madhura/Pradipta K. (2016), S. 20.	21
Abb. 11: Stufen der Rechtsquellen, Quelle: In Anlehnung an AK Steiermark (2013), Online-Quelle [15.11.2017], S. 13.	22
Abb. 12: Gültigkeitsbeginn der DSGVO, Quelle: Eigene Darstellung.	24
Abb. 13: Magisches Dreieck im Projektmanagement, Quelle: SEIBIT Realtime-Solutions (2017), Online- Quelle [27.08.2017] (leicht modifiziert).	27
Abb. 14: Regelkreis im Projektcontrolling, Quelle: Berekat Karavul (2017), Online-Quelle [29.08.2017].	28
Abb. 15: Systemübersicht und Netzwerkbestand im Unternehmen, Quelle: Eigene Darstellung.	32
Abb. 16: Übersicht der Kernfunktionen des neuen Erfassungsterminals, Quelle: Eigene Darstellung.	33
Abb. 17: Raspberry Pi mit Übersicht der Schnittstellen, Quelle: STEG Electronics AG (2017), Online- Quelle [18.11.2017].	35
Abb. 18: Raspberry Pi Kamera Modul Version 2.1 in der Vorder- und Rückansicht sowie dem dazugehörigen Flachbandkabel, Quelle: Eigene Darstellung.	37
Abb. 19: Passiver Infrarotsensor dsn-fir800, Quelle: Eigene Darstellung.	39
Abb. 20: Ultraschall Distanzsensor HC-SR04, Quelle: Eigene Darstellung.	40
Abb. 21: Eingesetzte Tastenelemente, Quelle: Eigene Darstellung.	41
Abb. 22: Netzteil für den Raspberry Pi in der Vorder- und Rückansicht, Quelle: Eigene Darstellung.	42
Abb. 23: Angefertigte Entwurfszeichnungen und Skizzen des Gehäuses, Quelle: Eigene Darstellung.	43

Abb. 24: Die einzelnen Haltervorrichtungen des Gehäuses, Quelle: Eigene Darstellung.	44
Abb. 25: Grundgehäuse mit den einzelnen Ausnehmungen, Quelle: Eigene Darstellung.	45
Abb. 26: Zusammengebautes Gehäuse, Quelle: Eigene Darstellung.	46
Abb. 27: Verdrahtung der Spannungsversorgung, Quelle: Eigene Darstellung.	46
Abb. 28: Anschlussplan der GPIO Beschaltung, Quelle: Eigene Darstellung.	47
Abb. 29: Lochrasterplatine für die externe Sensorik, Quelle: Eigene Darstellung.	47
Abb. 30: Fertig eingebauter Einplatinenrechners, Quelle: Eigene Darstellung.	48
Abb. 31: Eingebaute Sensorik, Quelle: Eigene Darstellung.	48
Abb. 32: komplett verkabeltes System, Quelle: Eigene Darstellung.	49
Abb. 33: Fertig zusammengebautes System, Quelle: Eigene Darstellung.	49
Abb. 34: Vorlage Moduleinstellungen in der config.js Datei, Quelle: Eigene Darstellung.	59
Abb. 35: Moduleinstellungen für die Gesichtserkennung in der config.js Datei, Quelle: Eigene Darstellung.	60
Abb. 36: Anzeige des Terminalfensters bei der Vergleichsbildaufnahme, Quelle: Eigene Darstellung. ...	61
Abb. 37: Anzeige des Terminalfensters nach erfolgtem Anlernen, Quelle: Eigene Darstellung.	63
Abb. 38: Benutzereintrag in die Konfiguration des Testprogrammes, Quelle: Eigene Darstellung.	64
Abb. 39: Aufruf mehrerer Kalender für unterschiedliche Personen, Quelle: Eigene Darstellung.	65
Abb. 40: Grundlegender Aufbau der Datenaustausch Datei, Quelle: Eigene Darstellung.	66
Abb. 41: Darstellung der Daten am realisierten System, Quelle: Eigene Darstellung.	68
Abb. 42: Aufstellungsort im Unternehmen, Quelle: Eigene Darstellung.	69
Abb. 43: Ablaufdiagramm bestehende Zeiterfassung, Quelle: Eigene Darstellung.	73
Abb. 44: Ablaufdiagramm Informationssuche, Quelle: Eigene Darstellung.	74
Abb. 45: Ablaufdiagramm mit Informationsanzeige, Quelle: Eigene Darstellung.	75

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Überblick der RFID Technik, Quelle: In Anlehnung an Kern (2006), S. 37 – 48.	11
Tab. 2: Übersicht der Schnittstellen und Leistungsdaten des Raspberry Pi Model 3, Quelle: In Anlehnung an Raspberry Pi Foundation (2017), Online-Quelle [10.9.2017].	36
Tab. 3: Übersicht der Leistungsdaten des Raspberry Pi Kamera Moduls, Quelle: In Anlehnung an Raspberry Pi Foundation (2017), Online-Quelle [10.9.2017].	37
Tab. 4: Leistungsdaten des eingesetzten Monitors, Quelle: In Anlehnung an BenQ Corporation (Hrsg.) (2011), S. 1.	38
Tab. 5: Eckdaten des eingesetzten PIR Sensors, Quelle: In Anlehnung an Parallax Inc. (Hrsg.) (2007), S. 1 f.	39
Tab. 6: Eckdaten des eingesetzten PIR Sensors, Quelle: In Anlehnung an KT-Elektronic (2012), S. 1. ...	40
Tab. 7: Mögliche Aufnahmevarianten für Vergleichsbilder, Quelle: Eigene Darstellung.	62
Tab. 8: Aufwandszeiten für die Arbeitszeiterfassung ohne zusätzlicher Anzeige, Quelle: Eigene Darstellung.	77
Tab. 9: Zeitaufzeichnungen für die Informationssuche ohne zusätzlicher Anzeige, Quelle: Eigene Darstellung.	78
Tab. 10: Zeitaufzeichnungen mit zusätzlicher Anzeige, Quelle: Eigene Darstellung.	79
Tab. 11: Gegenüberstellung der erfassten Durchschnittszeiten, Quelle: Eigene Darstellung.	80

ANHANG

Abbildungen von weitere Moduleinstellungen in der `config.js` Datei.

```
{
  module: "clock",
  position: "top_left",
  classes: 'everyone',
  config: {
    // funktionierende Grundeinstellungen
    // weitere Details siehe README.md Datei von Modul clock
  }
},
```

Anhang Abb. 1: Einstellungen Modul clock, Quelle: Eigene Darstellung.

```
{
  module: 'currentweather',
  position: 'top_right',
  classes: 'everyone',
  header: 'Aktuelles Wetter in Zeltweg',
  config: {
    symbol: 'Das Wetter in Zeltweg',
    location: 'Zeltweg',
    locationID: '2760610', //ID von http://www.openweathermap.org/help/city\_list.txt
    appid: 'cd05c487990402da9347ad01272faae3' // von openweathermap.org API key
    // funktionierende Grundeinstellungen
    // weitere Details siehe README.md Datei von Modul currentweather
  }
},
{
  module: 'weatherforecast',
  position: 'top_right',
  classes: 'everyone',
  header: 'Wetter-Vorhersage',
  config: {
    location: 'Zeltweg',
    locationID: '2760610', //ID von http://www.openweathermap.org/help/city\_list.txt
    appid: 'cd05c487990402da9347ad01272faae3' // von openweathermap.org API key
    // funktionierende Grundeinstellungen
    // weitere Details siehe README.md Datei von Modul weatherforecast
  }
},
```

Anhang Abb.2: Einstellungen Module currentweather und weatherforecast, Quelle: Eigene Darstellung.

```
{
  module: 'MMM-PIR-Sensor',
  classes: 'default',
  config: {
    sensorPIN: 33, // Nummer des GPIO Anschlusses- BCM Nummer!
    invertSensorValue: false, // Invertiert falls nötig das Sensorsignal
    powerSaving: true, // schaltet über HDMI den Power Save Mode ein (Monitor aus)
    powerSavingDelay: 5, // Verzögerung in Sekunden bis zur Monitorabschaltung
  }
  // weitere Einstellmöglichkeiten siehe README.md Datei von MMM-PIR-Sensor
},
```

Anhang Abb.3: Einstellungen Modul MMM-PIR-Sensor, Quelle: Eigene Darstellung.

```
{
  module: 'newsfeed',
  position: 'bottom_center',
  classes: 'everyone',
  config: {
    feeds: [
      {
        title: 'Kurrier-News', // Anzeigetitel für den RSS Feed
        url: 'http://kurrier.at/xml/rssd' // Adresse des RSS Feed
        // Weitere Beispiele:
        //title: 'Make-News',
        //url: 'https://www.heise.de/make/rss/hardware-hacks-atom.xml/rss2'
        //title: 'Tagesschau',
        // url: 'http://www.tagesschau.de/xml/rss2'
      }
    ],
    showSourceTitle: true, // Anzeige der
    showPublishDate: true // Anzeige
    // Details siehe README.md Datei von Modul NewsFeed
  }
},
```

Anhang Abb. 4: Einstellungen Modul newsfeed, Quelle: Eigene Darstellung.

```
{
  module: 'calendar',
  header: 'Termine Manuel G',
  position: 'top_left',
  classes: 'Manuel G', // Benutzer Manuel G
  config: {
    calendars: [
      {
        symbol: 'calendar',
        maximumEntries: 4,
        maximumNumberOfDays: 1,
        url: 'https://calendar.google.com/calendar/ical/***.ics'
        // !*** sind nur Platzhalter

        auth: {
          user: 'Benutzername',
          pass: 'Passwort',
          // ! Benutzername und Passwort durch richtigen Login ersetzen
          method: 'basic'
        }
      }
    ]
  }
},
```

Anhang Abb.5: Einstellungen Modul calendar, Quelle: Eigene Darstellung.

```
{
  module: 'MMM-iFrame',
  position: 'lower_third',
  classes: 'everyone',
  config: {
    url: ["http://www.net-automation.cloud/netportal/"],
    // Url der bereitgestellten Managementsystemanzeige für die Projektinformationen

    width: "80%", // Skalierung für die Breite Default: 100%
    height: "80px" //Skalierung für die Höhe Default: 100px

    // weitere Einstellmöglichkeiten siehe README.md Datei von MMM-PIR-Sensor
  }
},
```

Anhang Abb. 6: Einstellungen Modul MMM-iFrame, Quelle: Eigene Darstellung.

```
{
  module: 'MMM-Buttons',
  classes: 'everyone',
  config: {
    buttons: [
      {
        pin: 29, // Nummer des GPIO Anschlusses- BCM Nummer!
        name: "Cancel Button", // Taster für Zeitbuchungsabbruch
        longPress: undefined

        shortPress: {
          notification: "CancelButton",
          payload: {action: "CancelPressed"}
          //verwendeter String für Modul WorkTimeTracking
        }
      },
      {
        pin: 31, // Nummer des GPIO Anschlusses- BCM Nummer!
        name: "Confirm Butten", // Taster für Zeitbuchungsbestätigung
        LongPress: undefined

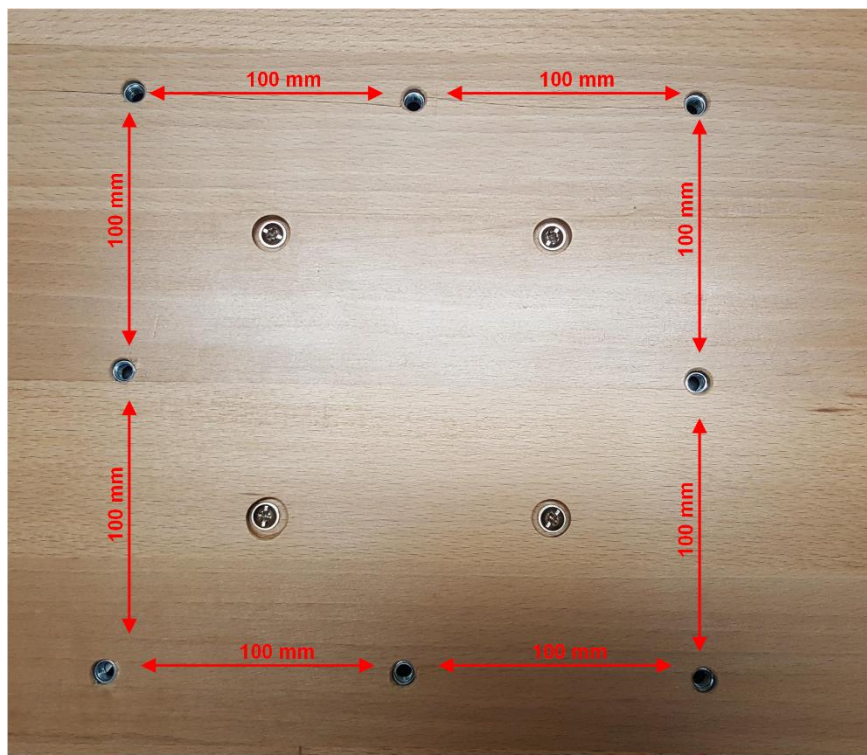
        shortPress: {
          notification: "ConfirmButton",
          payload: {action: "ConfirmPressed"}
          //verwendeter String für Modul WorkTimeTracking
        }
      }
    ]
  }
  // weitere Einstellmöglichkeiten siehe README.md Datei von MMM-Buttons
},
```

Anhang Abb.7: Einstellungen Modul MMM-Buttons, Quelle: Eigene Darstellung.

Der Verbesserungsvorschlag für die Wandbefestigungen laut VESA-Norm, Anhang Abbildung 8 und Anhang Abbildung 9, wurde mit Hilfe von Einschlagmuttern (M6 Regelgewinde) und einem Rastermaß von 100 mm in die Rückwand des Gehäuses inkludiert.



Anhang Abb.8: Gehäuse mit VESA-Befestigungsmöglichkeit, Quelle: Eigene Darstellung.



Anhang Abb.9: Rastermaß 100mm für Wandhalterungen, Quelle: Eigene Darstellung.